

# **SKRIPSI**

**ALTERNATIF DESAIN BANGUNAN ATAS JEMBATAN TIPE CAMEL**

**BACK TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE L.R.F.D.**

**(STUDI KASUS JEMBATAN SENYIUR KEC. MUARA ANCALONG)**



**Di Susun Oleh :**

**WINDA NUR OKTAVIANI**

**12.21.013**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2016**

# **SKRIPSI**

**ALTERNATIF DESAIN BANGUNAN ATAS JEMBATAN TIPE CAMEL  
BACK TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE L.R.F.D.  
(STUDI KASUS JEMBATAN SENYIUR KEC. MUARA ANCALONG)**



**Di Susun Oleh :  
WINDA NUR OKTAVIANI  
12.21.013**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2016**



**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**ALTERNATIF DESAIN BANGUNAN ATAS JEMBATAN TIPE CAMEL BACK**

**TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE L.R.F.D.**

**(STUDI KASUS JEMBATAN SENYIUR KEC. MUARA ANCALONG)**

*Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil  
Institut Teknologi Nasional Malang*

*Disusun Oleh :*

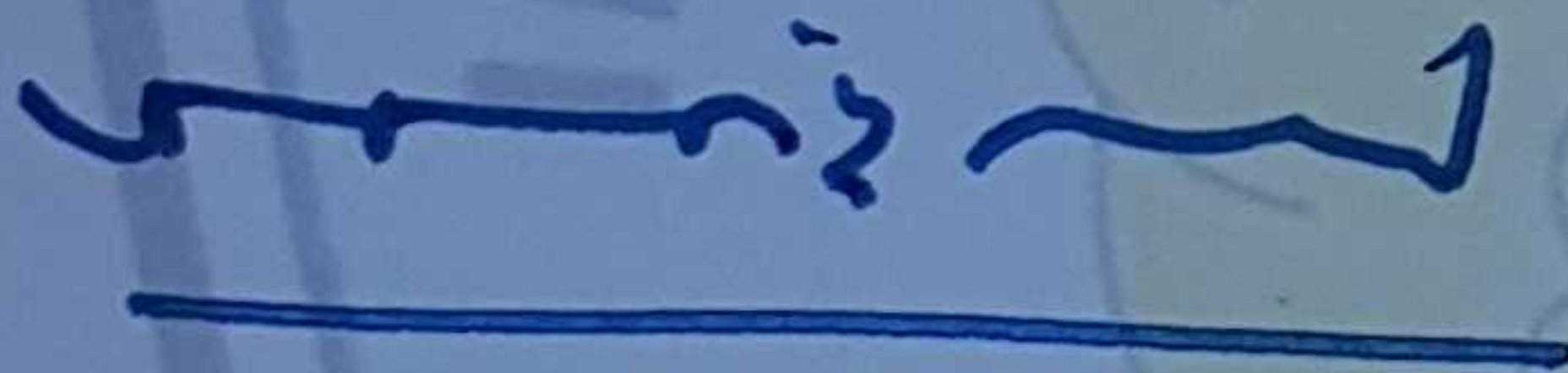
**Winda Nur Oktaviani**

**12.21.013**

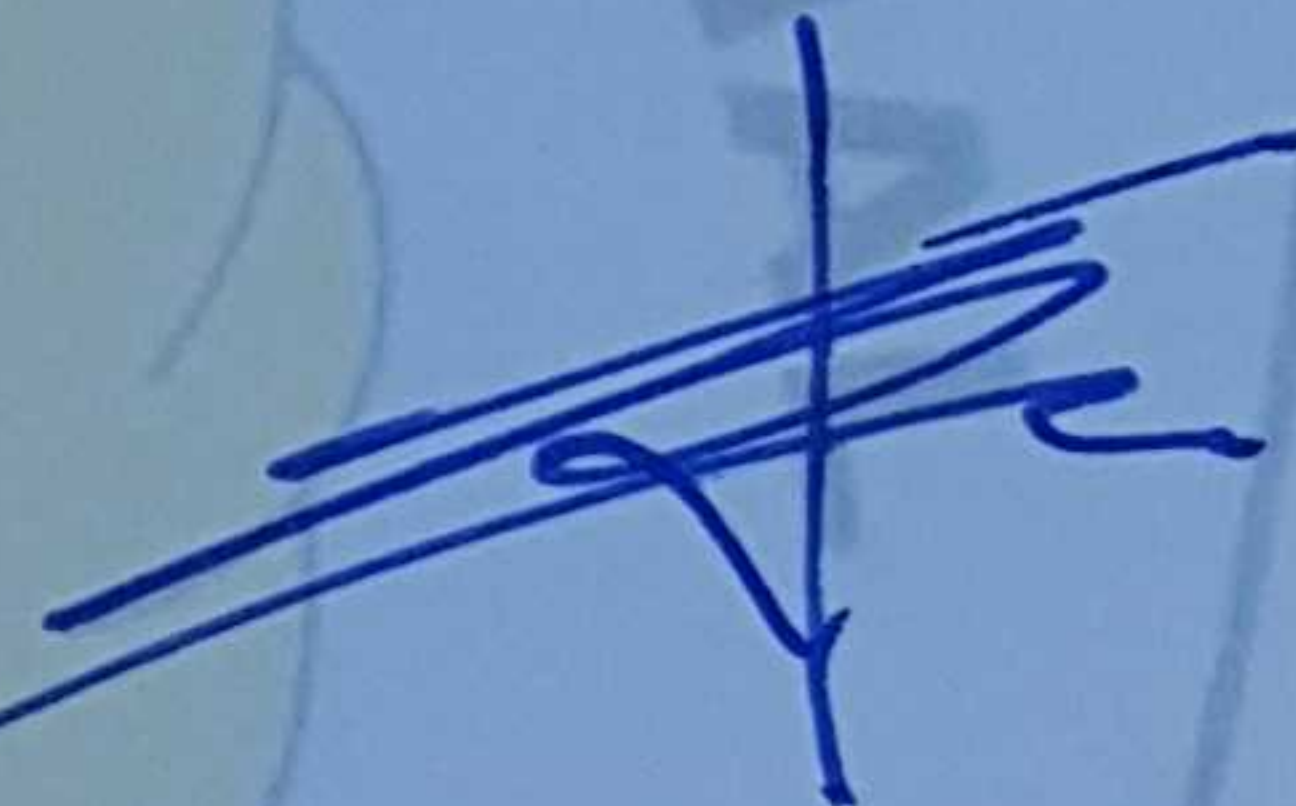
*Disetujui Oleh :*

**Dosen Pembimbing 1**

**Dosen Pembimbing 2**



**Ir. H. Sudirman Indra, M.Sc**



**Mohammad Erfan, ST., MT**

Malang, Agustus 2016

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**

**Institut Teknologi Nasional Malang**



**Ir. A. Agus Santosa, MT**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2016**



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI**

**ALTERNATIF DESAIN BANGUNAN ATAS JEMBATAN TIPE CAMEL BACK**  
**TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE L.R.F.D.**  
**(STUDI KASUS JEMBATAN SENYIUR KEC. MUARA ANCALONG)**

*Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)*

*Pada hari : Rabu*

*Tanggal : 10 Agustus 2016*

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan*  
*Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1*

*Disusun Oleh :*

**Winda Nur Oktaviani**

**12.21.013**

*Disahkan Oleh :*

**Ketua**



**(Ir. A. Agus Santosa, MT)**

**Sekretaris**



**(Ir. Munasih, MT)**

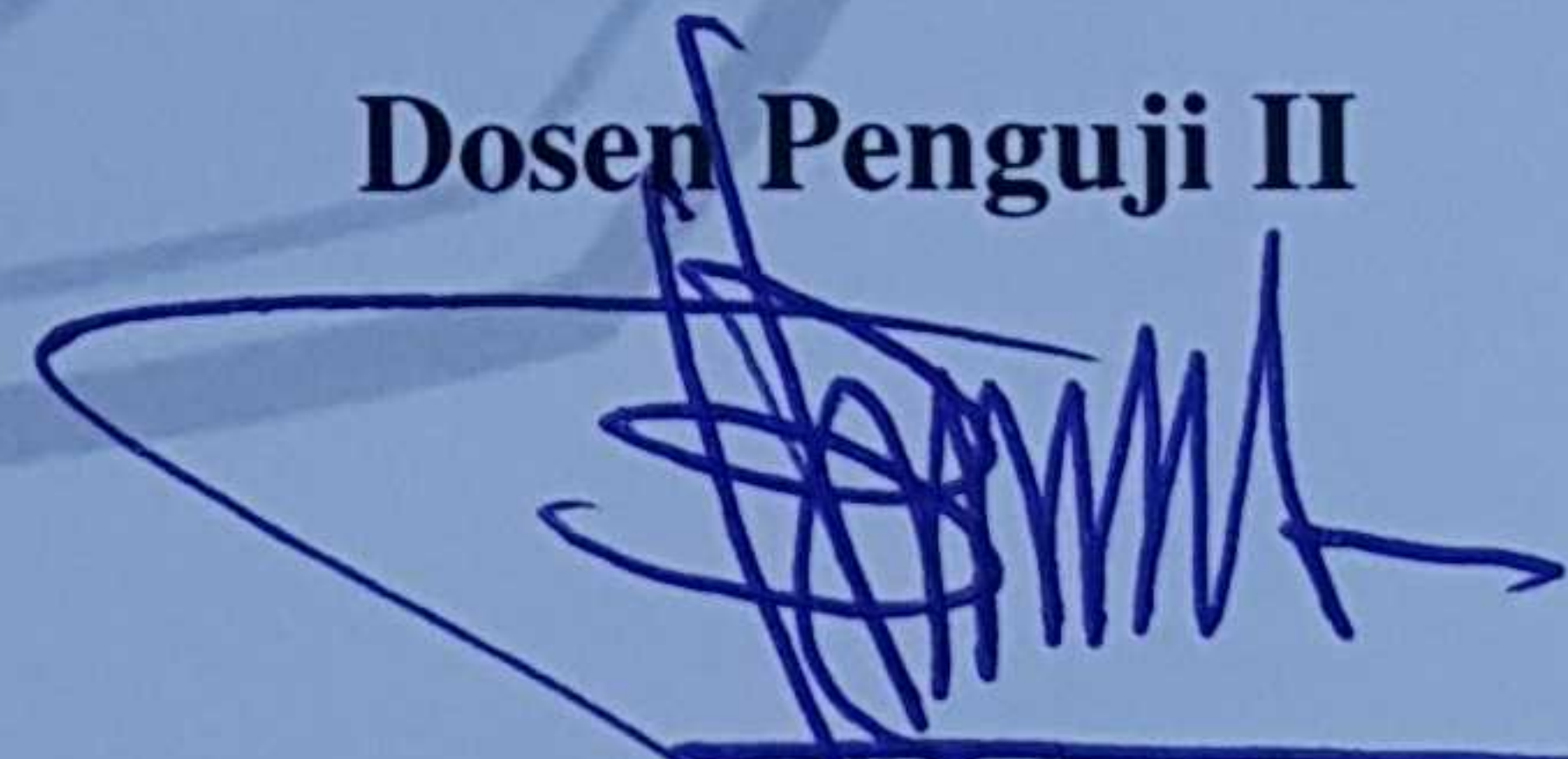
**Anggota Penguji :**

**Dosen Penguji I**



**(Ir. A. Agus Santosa, MT)**

**Dosen Penguji II**



**(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2016**



## ABSTRAKSI

**“ALTERNATIF DESAIN BANGUNAN ATAS JEMBATAN TIPE CAMEL BACK TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE L.R.F.D. (STUDI KASUS JEMBATAN SENYIUR KEC. MUARA ANCALONG)”**, Oleh : **Winda Nur Oktaviani** (Nim : 12.21.013), Pembimbing I : Ir. Sudirman Indra, MSc. Pembimbing II : Mohammad Erfan, ST, MT. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

---

Jembatan adalah suatu konstruksi yang berguna untuk meneruskan jalan suatu rintangan yang berada lebih rendah seperti jalan lain (jalan air atau jalan lintas biasa). Pada perencanaan ulang Jembatan ini menggunakan alternatif pemilihan rangka baja. Pemilihan rangka baja ini karena kondisi lapangan di daerah Kec. Muara Ancalong. Seperti susahnya material beton yang bermutu karena daerah kalimantan tidak seperti daerah Jawa yang di kelilingi gunung berapi. Sehingga menggunakan baja lebih efisien karena pelaksanaannya lebih mudah (perakitan baja jembatan dilapangan).

Rangka baja adalah suatu konstruksi yang dibuat dari susunan batang-batang baja yang membentuk kumpulan segitiga, dimana setiap pertemuan beberapa batang disambung pada alat pertemuan/simpul dengan menggunakan alat penyambung (baut, paku keeling dan las lumer). Ada banyak tipe jembatan rangka yang dapat digunakan, salah satunya adalah tipe Camel Back Truss. Adapun tujuan dari Skripsi ini adalah untuk merencanakan struktur bangunan atas Jembatan Rangka Baja Tipe Camel Back Truss dengan menggunakan profil baja WF. Struktur bangunan atas Jembatan Rangka Baja terdiri atas beberapa dari lantai kendaraan dan trotoar, gelagar memanjang, gelagar melintang, gelagar induk, ikatan angin, sambungan dan perletakan. Dalam hal ini perencanaan menggunakan metode Load and Resistance Factor Design (LRFD) RSNI T 02-2005 untuk peraturan pembebanannya.

Hasil yang diperoleh dari perencanaan ulang, pada perencanaan plat lantai kendaraan menggunakan tebal plat beton 250 mm, dipakai tulangan pokok D13-250 mm, dan dipakai tulangan bagi D 13 – 250 mm. Pada perencanaan gelagar memanjang dipakai profil WF 350 X 150 X 5,5 X 8. Pada perencanaan gelagar melintang dipakai profil WF 500 X 300 X 11 X 18. Pada perencanaan gelagar melintang atas tengah dipakai profil WF 200 X 200 X 8 X 12. Pada perencanaan gelagar melintang atas tepi dipakai profil WF 200 X 200 X 8 X 12. Pada perencanaan gelagar induk dipakai profil WF 400X 400 X 20 X 35. Pada perencanaan ikatan angin dipakai profil LD 120.120.8. Pada sambungan menggunakan menggunakan tebal plat simpul 4 cm dan diameter 7/8”. Pada perhitungan perletakan didapatkan panjang (l) 80 cm dan lebar (b) 50 cm.

*Kata Kunci : Jembatan, Jembatan Rangka Baja, Jembatan Rangka Tipe Camel Back Truss, Struktur Bangunan Atas.*

## **KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, Yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayahnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Sripsi ini dengan baik dan tepat waktu.

Adapun tujuan dari Skripsi ini adalah untuk digunakan sebagai persyaratan dalam menempuh Skripsi di Program Studi Teknik Sipil.

Tak lepas dari berbagai hambatan, rintangan, dan kesulitan yang muncul, penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu tak lupa juga saya ucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. H. Sudirman Indra, MSc. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang dan Dosen Pembimbing I .
3. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1.
4. Bapak Mohammad Erfan, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing II.

Dengan segala kerendahan hati penyusun menyadari bahwa dalam Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sangat penyusun harapkan, akhir kata semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, Agustus 2016

Penyusun

# DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL**

**LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI**

**ABSTRAKSI**

**KATA PENGANTAR .....i**

**DAFTAR ISI .....ii**

**DAFTAR GAMBAR ..... iii**

**DAFTAR TABEL .....iv**

**DAFTAR NOTASI .....v**

## **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Identifikasi Masalah.....2

1.3 Rumusan Masalah .....3

1.4 Maksud dan Tujuan.....3

1.5 Batasan Masalah .....4

## **BAB II DASAR TEORI**

2.1 Jembatan Rangka Baja .....6

2.1.1 Jembatan Tipe Camel Back Truss.....7

2.1.2 Keuntungan Jembatan Rangka Camel Back Truss .....7

2.1.3 Bagian-Bagian Jembatan .....	7
2.2 Pemilihan Struktur Jembatan .....	9
2.3 Studi Kepustakaan .....	9
2.4 Bahan Bahan yang digunakan .....	9
2.5 Pembebanan .....	10
2.5.1 Faktor beban dan kombinasi pembebanan .....	11
2.5.2 Beban Primer .....	11
2.5.3 Beban Sekunder .....	18
2.5.4 Perencanaan Struktur Atas .....	23
2.5.4.1 Pelat Kendaraan .....	23
2.5.4.2 Gelagar Memanjang .....	25
2.5.4.3 Gelagar Melintang .....	26
2.5.4.4 Perencanaan Balok .....	27
2.5.4.5 Ikatan Angin .....	29
2.5.4.6 Metode Desain Faktor Beban dan Tahanan (LRFD) .....	29
2.5.4.7 Teori Desain Struktur Baja .....	31
2.6 Perencanaan Sambungan .....	37
2.7 Konstruksi Perletakan/Landasan .....	39
2.7.1 Perletakan Sendi .....	40
2.7.2 Perletakan Rol .....	42

### **BAB III METODOLOGI PERENCANAAN**

3.1 Persiapan .....	44
---------------------	----

3.2 Pengumpulan Data .....	44
3.3 Data Teknis Proyek.....	45
3.4 Tahap Perencanaan .....	48
3.5 Bagan Alir .....	49

## **BAB IV PERENCANAAN**

4.1 Data Pembebanan .....	50
4.2 Perhitungan Plat Lantai Kendaraan .....	51
4.2.1 Perhitungan Pembebanan .....	51
4.2.2 Perhitungan Statika .....	53
4.2.3 Penulangan Plat Lantai .....	56
4.3 Perataan Beban.....	67
4.4 Perencanaan Gelagar Memanjang.....	72
4.4.1 Perhitungan Pembebanan .....	72
4.4.2 Perhitungan Statika .....	75
4.4.3 Perencanaan Dimensi Gelagar Memanjang .....	79
4.5 Perencanaan Gelagar Melintang .....	90
4.5.1 Perhitungan Pembebanan .....	90
4.4.2 Perhitungan Momen Pada Gelagar Melintang .....	93
4.4.3 Perencanaan Dimensi Gelagar Melintang .....	100
4.6 Perencanaan Sambungan Gelagar Memanjang dan Melintang.....	114
4.7 Perencanaan Gelagar Induk .....	123
4.7.1 Perhitungan Pembebanan .....	123



4.7.2 Perhitungan Statika .....	140
4.8 Perencanaan Dimensi Profil Gelagar Induk .....	143
4.8.1 Perhitungan Dimensi Batang Tekan (Compression) .....	143
4.8.2 Perhitungan Dimensi Batang Tarik (Tension) .....	149
4.9 Perencanaan Sambungan Gelagar Induk dan Melintang .....	166
4.10 Perencanaan Gelagar Induk-Induk .....	173
4.11 Perhitungan Perletakan Jembatan .....	263

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	276
5.2 Saran .....	281

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

### BAB 1 PENDAHULUAN

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

❑ Gambar 2.1 Tipe Jembatan Rangka Baja.....	6
❑ Gambar 2.2 Beban “D” .....	16
❑ Gambar 2.3 Penyebaran Pembebanan pada Arah Melintang .....	17
❑ Gambar 2.4 Pembebanan untuk Pejalan Kaki.....	18
❑ Gambar 2.5 Tulangan Rangkap.....	23
❑ Gambar 2.6 Grafik Tegangan Regangan.....	30
❑ Gambar 2.7 Penampang lintang batang-batang tarik .....	33
❑ Gambar 2.8 Penampang Batang Lentur .....	36
❑ Gambar 2.9 Konstruksi Perletakan Karet Elastomer .....	40

### BAB III METODE PERENCANAAN

❑ Gambar 3.1 Potongan Memanjang Jembatan Type Span Truss .....	46
❑ Gambar 3.2 Potongan Memanjang Jembatan Type Camel Back Truss.....	47
❑ Gambar 3.3 Potongan Melintang Jembatan Type Camel Back Truss .....	47

### BAB IV PERENCANAAN

❑ Gambar 4.1 Kondisi Pembebanan 1 pada Lantai kendaraan .....	53
❑ Gambar 4.2 Kondisi Pembebanan 2 pada Lantai kendaraan .....	54
❑ Gambar 4.3 Kondisi Pembebanan 3 pada Lantai kendaraan .....	54
❑ Gambar 4.4 Kondisi Pembebanan 4 pada Lantai kendaraan .....	55

❑ Gambar 4.5 Penulangan Plat Lantai Kendaraan dan Trotoar.....	66
❑ Gambar 4.6 Perataan Beban Plat Lantai Kendaraan dan Trotoar .....	67
❑ Gambar 4.7 Faktor beban dinamis untuk BGT untuk pembebanan Lajur “D” .....	75
❑ Gambar 4.8 Pemasangan Stud pada Gelagar Memanjang .....	89
❑ Gambar 4.9 Faktor beban dinamis untuk BGT untuk Pembebanan Lajur “D” .....	92
❑ Gambar 4.10 Pemasangan Stud pada Gelagar Melintang .....	113
❑ Gambar 4.11 Faktor beban dinamis untuk BGT untuk Pembebanan Lajur “D” ...	127
❑ Gambar 4.12 Grafik Gaya Rem Per Lajur 2,75 m .....	130
❑ Gambar 4.13 Luas beban yang terkena angin .....	133
❑ Gambar 4.14 Profil gelagar induk.....	143
❑ Gambar 4.15 Profil gelagar melintang atas.....	146
❑ Gambar 4.16 Profil gelagar induk.....	149
❑ Gambar 4.17 Profil gelagar induk.....	153
❑ Gambar 4.18 Profil gelagar induk.....	157
❑ Gambar 4.19 Profil gelagar induk.....	162
❑ Gambar 4.20 Perletakan roll .....	267
❑ Gambar 4.21 Perletakan sendi.....	271

## DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR TABEL

### BAB 1 PENDAHULUAN

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

❑ Tabel 2.1 Faktor reduksi kekuatan untuk keadaan batas ultimit .....	11
❑ Tabel 2.2 Berat untuk berat sendiri .....	12
❑ Tabel 2.3 Berat isi untuk beban mati .....	12
❑ Tabel 2.4 Beban mati tambahan/utilitas .....	13
❑ Tabel 2.5 Faktor beban untuk pembebanan truk “T” .....	14
❑ Tabel 2.6 Faktor beban untuk beban lajur “D” .....	14
❑ Tabel 2.7 Jumlah lajur lalu lintas rencana .....	15
❑ Tabel 2.8 Faktor beban akibat pembebanan untuk pejalan kaki .....	18
❑ Tabel 2.9 Faktor beban untuk gaya rem .....	9
❑ Tabel 2.10 Faktor beban akibat beban angin .....	19
❑ Tabel 2.11 Koefisien Seret $C_w$ .....	20
❑ Tabel 2.12 Kecepatan Angin rencana $V_w$ .....	21
❑ Tabel 2.13 Kombinasi Beban .....	22

### BAB III METODE PERENCANAAN

### BAB IV PERENCANAAN

❑ Tabel 4.1 Momen Maksimum .....	55
❑ Tabel 4.2 Menentukan letak garis netral .....	83
❑ Tabel 4.3 Menentukan momen inersia beton dan baja .....	84

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR NOTASI

$L$	= panjang / bentang (m)
$F_c'$	= tegangan lentur beton
$F_y$	= tegangan leleh baja
$q_u$	= beban merata
$M_{max}$	= momen maksimum
$M_u$	= momen ultimate
$M_n$	= momen nominal
$\rho_b$	= rho balance / rasio keseimbangan
$\rho_{min}$	= rasio penulangan minimum
$\rho_{max}$	= rasio penulangan maksimum
$\rho$	= rasio penulangan perlu
$AS_{perlu}$	= luasan tulangan pokok perlu
$n$	= jumlah tulangan
$s$	= jarak tulangan
$AS_{bagi}$	= luasan tulangan bagi
$AS_{ada}$	= luasan tulangan ada
$R_A = R_B$	= reaksi tumpuan A atau tumpuan B
$H_A = H_B = H$	= tebal perataan beban pada pelat lantai
$M_{BS}$	= momen akibat berat sendiri
$M_D$	= momen akibat beban hidup “D”
$Z_x$	= modulus plastis
$F_y$	= tegangan leleh baja profil

$\phi_b$	= factor resistance
W	= weight / berat
$I_x$	= momen inersia terhadap x ( $\text{cm}^4$ )
$I_y$	= momen inersia terhadap y ( $\text{cm}^4$ )
$b_f$	= lebar flens profil
$t_f$	= tebal flens profil
E	= elastisitas baja = $2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
$F = f$	= lendutan
$F_{ijin} = f_{ijin}$	= lendutan yang diijinkan
P	= beban aksial
Ag	= luas bruto penampang profil
r	= jari-jari profil
$E_c$	= modulus elastisitas beton
N	= jumlah total penghubung geser
$P_u$	= gaya aksial ultimate
$F_u$	= kekuatan tarik putus baja
$F_u^b$	= kekuatan tarik putus baut
$D = d$	= diameter baut
$A_b$	= luas penampang lintang baut
$\phi_t \cdot R_{nt}$	= kekuatan tarik desain
$\phi_t \cdot R_{nv}$	= kekuatan geser desain
$R_{ut}$	= beban tarik factor baut
T	= tebal plat panyambung
$\phi_t$	= factor resistance untuk penyambung tarik



$\phi_v$	= factor resistance untuk penyambung geser pada bidang ulir
$\phi$	= factor resistance untuk tipe tumpu
$m$	= bidang geser pada penyambung
$d_t = d$	= diameter baut
$t$	= tebal pelat profil
$G_1$	= berat sendiri gelagar induk
$G_2$	= berat sendiri gelagar memanjang
$G_3$	= berat sendiri gelagar melintang
$G_4$	= berat sendiri lantai kendaraan
$G_5$	= berat sendiri trotoir
$G_6$	= berat ikatan angin bawah
$G_7$	= berat sandaran
$G_{total}$	= total beban mati
$T_{EW}$	= beban angin
$V_w$	= kecepatan angin rencana
$C_w$	= koefisien seret
$A_b$	= luas koefisien bagian samping jembatan
Pass T	= gaya aksial tarik / tension
Pass C	= gaya aksial tekan / compression
$F_{cr}$	= tegangan kritis
$\phi_c$	= factor resistance untuk kekuatan profil
$A_g$	= luas penampang bruto
$\lambda_c$	= parameter kerampingan
$K$	= factor panjang efektif

$r, r_x, r_y$  = radius girasi

$T_n$  = kekuatan nominal batang tarik

$T_u$  = beban layan terfaktor pada batang tarik

$A_c$  = luas bersih profil

$\phi_f$  = factor resistance

$d_b$  = diameter baut

$t_p$  = tebal bagian penyambung

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 LATAR BELAKANG**

Dengan meninjau wilayah indonesia yang sangat luas dan tingkat pertumbuhan penduduk yang tinggi merupakan potensi alam yang tidak ternilai harganya. Dilihat dari aspek ekonomi, politik, sosial budaya maupun pertahanan keamanan semuanya itu membutuhkan infrastruktur yang memadai guna menuju masyarakat yang adil dan makmur. Sarana tersebut berupa bangunan sipil seperti gedung, pelabuhan udara atau laut, jalan raya, terminal, jembatan, dan sebagainya yang membutuhkan perencanaan yang tepat.

Jembatan adalah suatu konstruksi yang berguna untuk meneruskan jalan suatu rintangan yang berada lebih rendah seperti jalan lain (jalan air atau jalan lintas biasa). (stryk dan van Deer Veen, Jembatan 1995 : 13)

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis mencoba merencanakan ulang bangunan atas proyek pembangunan jembatan rangka baja dengan tipe Camel Back Truss, dimana bentuk yang digunakan adalah rangka baja. Panjang dari jembatan secara keseluruhan adalah 40 meter.

Adapun latar belakang pemilihan rangka baja ini karena kondisi lapangan di daerah tersebut seperti susahnya material beton yang bermutu karena

daerah kalimantan tidak seperti daerah Jawa yang di kelilingi gunung berapi. Sehingga menggunakan baja lebih efisien karena pelaksanaannya lebih mudah (perakitan baja jembatan dilapangan). Penulis memilih tipe jembatan camel back truss ini untuk alternatif lain bagi konstruksi jembatan rangka baja yang sudah ada, karena jembatan jenis ini memiliki nilai estetika yang lebih tinggi.

Pada perencanaan jembatan ini menggunakan metode LRFD (*Load and Resistance Faktor Design*). Metode ini didasarkan pada ilmu probabilitas sehingga dapat mengantisipasi segala ketidakpastian dari material maupun beban (Agus Setiawan, *Perencanaan Struktur Dengan LRFD*, 2008).

Berdasarkan dari tinjauan di atas maka penulisan skripsi ini menggunakan judul **“Alternatif Desain Bangunan Atas Jembatan Tipe Camel Back Truss Dengan Menggunakan Metode L.R.F.D (Studi Kasus Jembatan Senyur Kec. Muara Ancalong)”**.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Jembatan ini menghubungkan dua wilayah yaitu kec. Muara Ancalong di Kutai Timur, dimana memiliki bentang 40 meter. Dengan melihat kondisi ini tentunya diperlukan suatu tipe konstruksi yang sesuai, salah satunya dengan konstruksi jembatan rangka baja. Jembatan rangka sangat memungkinkan dibangun diatas sungai yang lebar dan dalam karena rangka baja memiliki berat sendiri yang lebih ringan sehingga konstruksi ini lebih efisien.

Dengan pertimbangan tersebut, maka penulis mencoba merencanakan jembatan rangka pada struktur bangunan atas. Dari seluruh perencanaan yang ada diharapkan hasilnya dapat dilaksanakan dengan lebih mudah, cepat dan ekonomis tanpa mengurangi kekuatan dan keamanan konstruksi tersebut.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa diameter dan jumlah tulangan diplat lantai jembatan?
2. Berapa dimensi baja untuk gelegar memanjang?
3. Berapa dimensi baja untuk gelegar melintang?
4. Berapa dimensi baja untuk gelegar induk?
5. Berapa dimensi baja untuk gelegar ikatan angin jembatan?
6. Bagaimana perhitungan sambungan pada jembatan ini?
7. Berapa dimensi perletakan (sendi dan rol) untuk jembatan tersebut?

### **1.4 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk merencanakan tipe konstruksi jembatan yaitu Camel Back Truss dengan Metode L.R.F.D. (Load Resistence Factor Design) berdasarkan data-data yang didapat dari perencanaan jembatan tersebut.

Adapun tujuan direncanakan jembatan kerangka baja adalah untuk

1. mengetahui berapa diameter dan jumlah tulangan diplat lantai jembatan

2. Mengetahui berapa dimensi baja untuk gelegar memanjang
3. Mengetahui berapa dimensi baja untuk gelegar melintang
4. Mengetahui berapa dimensi baja untuk gelegar induk
5. Mengetahui berapa dimensi baja untuk gelegar ikatan angin jembatan
6. Mengetahui bagaimana perhitungan sambungan pada jembatan ini
7. Mengetahui berapa dimensi perletakan (sendi dan rol) untuk jembatan tersebut

### **1.5 Batasan Pembahasan**

Mengingat demikian luasnya permasalahan yang ada pada jembatan, maka dalam skripsi ini penulis akan membahas perencanaan bangunan atas jembatan menggunakan tipe Camel Back Truss. Adapun batasan masalah pada perencanaan Camel Back Truss ini meliputi:

1. Perencanaan lantai kendaraan
2. Perencanaan memanjang
3. Perencanaan melintang
4. Perencanaan gelagar induk
5. Perencanaan ikatan angin
6. Perencanaan sambungan
7. Perencanaan perletakan

Adapun peraturan-peraturan yang digunakan:

- RSNI – T 02 – 2005 Standar Perencanaan pembebanan pada jembatan.

- RSNI T-03-2005 Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan .

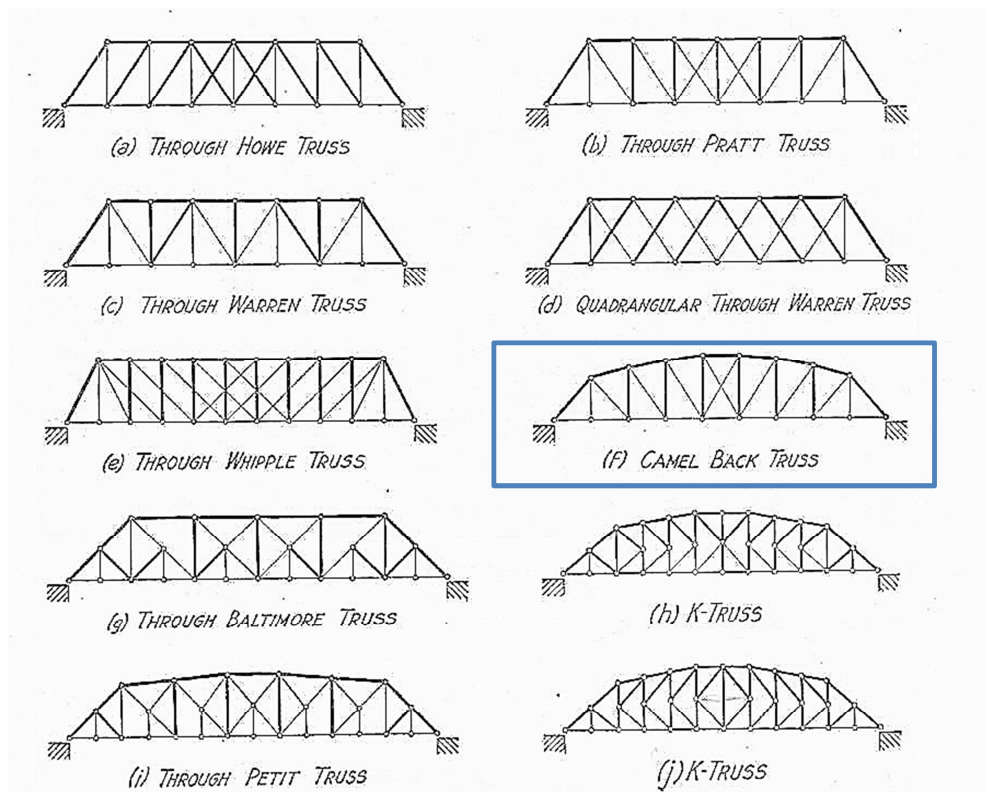


## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Jembatan rangka baja

Konstruksi rangka baja adalah suatu konstruksi yang dibuat dari susunan batang-batang baja yang membentuk kumpulan segitiga, dimana setiap pertemuan beberapa batang disambung pada alat pertemuan/simpul dengan menggunakan alat penyambung (baut, paku keeling dan las lumer). Ada banyak tipe jembatan rangka yang dapat digunakan antaranya sebagai berikut:



Gambar 2.1 Tipe jembatan rangka baja

### **2.1.1 Jembatan Tipe Camel Back Truss**

Penemu tipe Camel Back Truss adalah Charles H. Parker yang memodifikasi Pratt Truss. Camel Back Truss memiliki penghubung atas yang tidak tinggal sejajar dengan penghubung bawah. Hal ini menciptakan struktur yang lebih ringan tanpa kehilangan kekuatan, ada sedikit beban mati di ujung dan kekuatan lebih terkonsentrasi di pusat.

### **2.1.2 Keuntungan Jembatan Rangka Camel Back Truss**

Adapun keuntungan jembatan tipe camel back truss adalah sebagai berikut:

1. Konstruksi lebih ringan dari jembatan bentuk trapesium.
2. Model jembatan mendekati penampang yang paling optimal dibanding jembatan rangka trapesium.
3. Pengangkutan bahan dan pelaksanaan dilapangan lebih mudah.

### **2.1.3 Bagian-bagian Jembatan**

Pada dasarnya semua jembatan terdiri dari dua bagian utama, yaitu struktur bagian atas atau upper struktur dan struktur bagian bawah atau sub struktur. Dalam hal ini yang akan dibahas lebih lanjut adalah struktur bagian atas. Struktur atas jembatan adalah bagian dari elemen – elemen konstruksi yang dirancang untuk memindahkan beban – beban yang diterima oleh lantai jembatan hingga ke perletakan, sedangkan lantai jembatan adalah bagian jembatan yang langsung menerima beban lalu lintas kendaraan dan pejalan kaki.

Jenis bangunan atas ditentukan berdasarkan

- I. Bentang yang sesuai dengan perlintasan jalan, sungai atau keadaan lokasi jembatan
- II. Panjang bentang optimum untuk menekan biaya konstruksi total
- III. Pertimbangan yang terkait dengan pelaksanaan bangunan bawah dan pemasangan bangunan atas untuk mencapai nilai yang ekonomis.
- IV. Pertimbangan segi pandang estetika

Bangunan atas jembatan rangka umumnya terdiri dari:

- I. Gelegar induk yang terbentang dari tumpu ke titik tumpu
- II. Konstruksi tumpuan diatas pangkal jembatan
- III. Konstruksi dari lantai kendaraan
- IV. Pertambahan melintang dan pertambahan memanjang (struyk dan van deer veen, jembatan, 1995 : 19)

Struktur bagian atas dari jembatan itu sendiri meliputi :

- a. Lantai trotoir dan kendaraan
- b. Gelagar memanjang dan gelagar melintang
- c. Pipa sandaran
- d. Ikatan angin
- e. Gelagar induk
- f. Plat simpul
- g. Peletakan / sandaran

## **2.2 Pemilihan Struktur Jembatan**

Dalam pemilihan struktur jembatan perlu diperhatikan beberapa aspek yang nantinya akan sangat diperlukan dalam merencanakan suatu jembatan, antara lain:

1. Aspek kekuatan struktur
2. Aspek ekonomi
3. Aspek estetika
4. Aspek kondisi setempat

Berdasarkan hasil analisa tersebut diperoleh struktur jembatan tipe camel back truss paling kokoh dan memiliki nilai estetika terbaik.

## **2.3 Studi Kepustakaan**

Peraturan – peraturan yang dipakai yaitu :

- RSNI - T – 02 – 2005 tentang Standar pembebanan untuk jembatan
- RSNI – T -03 - 2005 tentang Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan

## **2.4 Bahan-Bahan Yang Digunakan**

**(sifat material beton dan baja)**

Bahan – bahan yang digunakan dalam perencanaan bangunan atas jembatan kec. Muara ancalong sebagai berikut :

## 1. Baja

- Menurut RSNI T-03-2005 Sifat mekanis baja struktural yang digunakan dalam perencanaan harus memenuhi persyaratan minimum yang diberikan pada tabel berikut.

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, $f_u$ [MPa]	Tegangan leleh minimum, $f_y$ [MPa]	Peregangan minimum [%]
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Sifat mekanis baja struktural:

- Mutu baja yang digunakan untuk struktur rangka adalah baja profil WF dengan  $E = 210000 \text{ Mpa}$
- Mutu baja yang digunakan untuk penulangan plat kaki lantai kendaraan dan penulangan lainnya adalah baja mutu  $f_y = 390 \text{ Mpa}$ .

## 2. Beton

- Kuat mutu beton ( $f_c'$ ) yang dipakai adalah  $35 \text{ Mpa}$ .

### 2.5 Pembebanan

Peraturan khusus untuk pembebanan jembatan di setiap negara kemungkinan akan berbeda antara negara yang satu dengan negara lainnya seperti JIS di Jepang , AASHTO di Amerika Serikat, BI di Inggris. Di Indonesia peraturan tentang pembebanan jembatan jalan raya telah dikemas dalam RSNIT-02-2005.

Pada perencanaan jembatan ini, semua beban dan gaya yang bekerja pada konstruksi dihitung berdasarkan : “RSNI-T-02-2005.”

### 2.5.1 Faktor beban dan Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan RSNI T-03-2005, Faktor reduksi kekuatan  $\phi$  diambil dari nilai-nilai berikut.

Tabel 2.1 Faktor reduksi kekuatan untuk keadaan batas ultimit

Situasi Rencana	Faktor Reduksi Kekuatan, $\phi$
a. Lentur	0,90
b. Geser	0,90
c. Aksial tekan	0,85
d. Aksial tarik	
1. terhadap kuat tarik leleh	0,90
2. terhadap kuat tarik fraktur	0,75
e. Penghubung geser	0,75
f. Sambungan baut	0,75
g. Hubungan las	
1. Las tumpul penetrasi penuh	0,90
2. Las sudut dan las tumpul penetrasi sebagian	0,75

(Sumber: RSNI T-03-2005 halaman 10)

Beban-beban yang dipakai dalam perhitungan adalah :

### 2.5.2 Beban Primer

Beban primer adalah beban utama dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Beban primer terdiri dari :

#### a. Beban mati

Adalah semua beban tetap yang berasal dari berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang ditinjau, termasuk segala unsur tambahan yang dianggap merupakan satu kesatuan tetap dengannya. Penentuan beban mati termasuk digunakan nilai berat isi untuk bahan bangunan tersebut, yaitu

Tabel 2.2 Beban untuk berat sendiri

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN			
	$K_{S,MS}$		$K_{U,MS}$	
			Biasa	Terkurangi
Tetap	Baja, aluminium	1,0	1,1	0,9
	Beton pracetak	1,0	1,2	0,85
	Beton dicor ditempat	1,0	1,3	0,75
	Kayu	1,0	1,4	0,7

(Sumber: RSNI T-02-2005 halaman 10)

Tabel 2.3 Berat isi untuk beban mati

Bahan	Kerapatan massa ( $\text{kg/m}^3$ )
Campuran aluminium	2720
Lapisan permukaan beraspal	2240
Besi tuang	2700
Timbunan tanah dipadatkan	760
Kerikil dipadatkan	1920 – 2320
Aspal beton	2244
Beton ringan	1250 – 2000
Beton	2240 – 2560
Beton prategang	2560 – 2640
Baja	7850
Beton bertulang	2400 – 2600

(Sumber : RSNI T – 02 – 2005 halaman 11)

Tabel 2.4 Beban mati tambahan/utilitas



JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN			
	$K_{S,MA}$		$K_{U,MA}$	
Tetap	Keadaan umum	1,0 (1)	Biasa 2,0	Terkurangi 0,7
	Keadaan khusus	1,0	1,4	0,8
CATATAN (1) Faktor beban daya layan 1,3 digunakan untuk berat utilitas				

(Sumber : RSNI T-02-2005 halaman 12)

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan.

#### b. Beban Hidup

Adalah semua beban yang berasal dari berat kendaraan-kendaraan bergerak/lalu lintas dan/atau pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jembatan. Beban hidup yang bekerja pada jembatan yang ditinjau dibagi dalam dua macam :

##### 1. Beban T

Seluruh lebar bagian jembatan yang digunakan untuk menerima beban dari lalu lintas kendaraan. Bebannya disebut beban “T”. Menurut RSNI T – 02 – 2005 Pembebanan truck “T” dari masing – masing as disembarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang jarak antara 3 as tersebut bisa diubah – ubah antara 4,0 m sampai 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan.

Tabel 2.5 Faktor beban untuk pembebanan truk “T”

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN	
	$K_{S;TT}$	$K_{U;TT}$
Transien	1,0	1,8

(Sumber : RSNI T – 02 – 2005 halaman 22)

## 2. Beban D

Tabel 2.6 Faktor beban akibat beban lajur “D”

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN	
	$K_{S;TD}$	$K_{U;TD}$
Transien	1,0	1,8

(Sumber : RSNI T – 02 – 2005 halaman 17)

Bagian dari rantai kendaraan yang digunakan oleh suatu rangkaian kendaraan. Bebannya disebut beban “D”. Beban lajur “D” terdiri dari beban terbesar merata (BTR) yang digabung dengan beban garis (BGT).

Tabel 2.7 Jumlah lajur lalu lintas rencana

Tipe Jembatan (1)	Lebar Jalur Kendaraan (m) (2)	Jumlah Lajur Lalu lintas Rencana (n)
Satu lajur	4,0 - 5,0	1
Dua arah, tanpa median	5,5 - 8,25 11,3 - 15,0	2 (3) 4
Banyak arah	8,25 - 11,25 11,3 - 15,0 15,1 - 18,75 18,8 - 22,5	3 4 5 6
CATATAN (1) Untuk jembatan tipe lain, jumlah lajur lalu lintas rencana harus ditentukan oleh Instansi yang berwenang.		
CATATAN (2) Lebar jalur kendaraan adalah jarak minimum antara kerb atau rintangan untuk satu arah atau jarak antara kerb/rintangan/median dengan median untuk banyak arah.		
CATATAN (3) Lebar minimum yang aman untuk dua-lajur kendaraan adalah 6,0 m. Lebar jembatan antara 5,0 m sampai 6,0 m harus dihindari oleh karena hal ini akan memberikan kesan kepada pengemudi seolah-olah memungkinkan untuk menyiap.		

(Sumber : RSNI T – 02 – 2005 halaman 17)

a. Beban Terbagi Rata (BTR)

Beban terbagi merata BTR mempunyai intensitas  $q$  Kpa, dimana besarnya  $q$  tergantung pada panjang total yang dibebani  $L$  seperti berikut :

$$L \leq 30 \text{ m} ; q = 9,0 \text{ Kpa} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$L \geq 30 \text{ m} ; q = 9,0 \left( 0,5 \frac{15}{L} \right) \text{ Kpa} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan pengertian:

$q$  adalah intensitas beban terbagirata (BTR) dalam arah memanjang jembatan

$L$  adalah panjang total jembatan yang dibebani (meter)

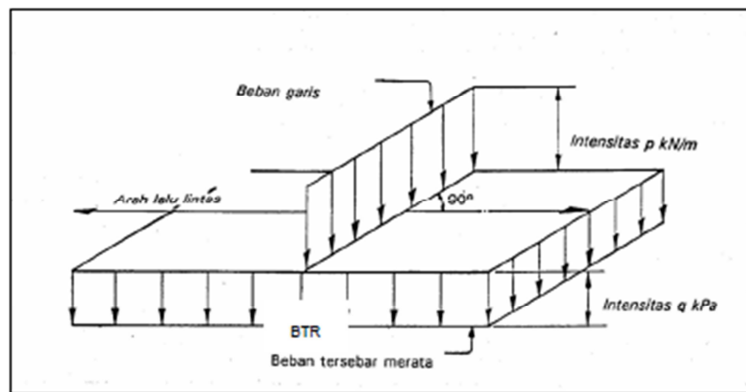
Dimana :

$$1 \text{ Kpa} = 100 \text{ kg/m}^2$$

b. Beban Gaaris (BGT)

Beban garis (BGT) dengan intensitas  $p$  KN/m harus ditempatkan tegak lurus dariarah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas  $p = 49$  KN/m.

Beban “D” harus ditempatkan pada jalur lalu lintas rencana yang berdekatan untuk lebar jalan lebih besar 5,5 m dan bekerja dengan intensitas 100% selebar 5,5 dan sisa lebar jalan bekerja 50%.



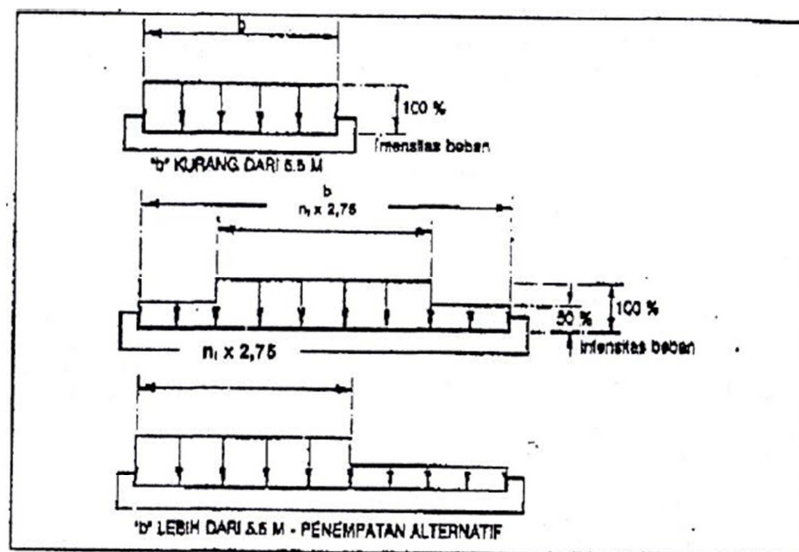
Gambar 2.2 Beban “D”

c. Penyebaran beban D pada arah melintang

Beban “D” harus disusun pada arah melintang sedemikian rupa sehingga menimbulkan momen maksimum. Penempatan beban ini dilakukan dengan :

- Bila lebar jalur kendaraan jembatan kurang atau sama dengan 5,5 m, maka beban “D” harus ditempatkan pada seluruh jalur dengan intensitas 100% 1.

- b) Apabila lebar jalur lebih besar dari 5,5 m, beban “D” harus ditempatkan pada jumlah lajur lalu lintas rencana ( $n_1$ ). Hasilnya adalah bebangaris equivalen sebesar  $n_1 \times 2,75 q$  KN/m dan beban terpusat equivalen sebesar  $n_1 \times 2,75 p$  kN, kedua – duanya bekerja strip pada jalur selebar  $n_1 \times 2,75$  m.
3. Beban “D” tambahan harus ditempatkan pada seluruh lebar sisa dari jalur dengan intensitas sebesar 50%.



Gambar 2.3 Penyebaran pembebanan pada arah melintang

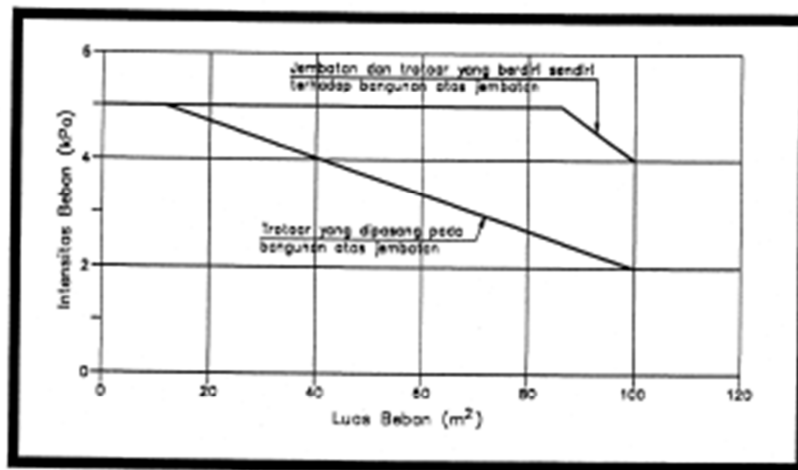
### 3. Beban Pejalan kaki

Semua elemen dari trotoar atau jembatan penyebrangan langsung memikul pejalan kaki harus direncanakan untuk beban nominal 5 kPa. Untuk jembatan, pembebanan lalu lintas dan pejalan kaki jangan diambil secara bersamaan pada keadaan batas ultimit, maka trotoar harus direncanakan untuk bisa memikul beban hidup terpusat sebesar 20 KN.

Tabel 2.8 Faktor beban akibat pembebanan untuk pejalan kaki

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN	
	$K_{S,TP}$	$K_{U,TP}$
Transien	1,0	1,8

(Sumber : RSNI T – 02 – 2005 halaman 27)



Gambar 2.4 Pembebanan untuk Pejalan Kaki

### 2.5.3 Beban Sekunder

Beban sekunder adalah beban yang merupakan beban sementara yang selalau diperhitungkan dalam perhitungantegangan pada setiap perencanaan jembatan. Yang termasuk kedalam beban sekunder adalah :

#### a. Gaya Rem

Pengaruh gaya-gaya dalam arah memanjang jembatan akibat gaya rem harus ditinjau. Pengaruh ini diperhitungkan senilai dengan pengaruh gaya rem sebesar 5% dari beban “D” tanpa

koefisien kejut yang memnuhi semua jalur lalu lintas yang ada, dalam satu jurusan.

Gaya rem tersebut dianggap bekerja horizontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,80 meter diatas permukaan lantai kendaraan.

Tabel 2.9 Faktor beban untuk gaya rem

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN	
	$K_{S,TB}$	$K_{U,TB}$
Transien	1,0	1,8

(Sumber : RSNI T – 02 – 2005 halaman 25)

#### b. Beban Angin

Tabel 2.10 Faktor beban akibat beban angin

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN	
	$K_{S,EW}$	$K_{U,EW}$
Transien	1,0	1,2

(Sumber : RSNI T – 02 – 2005 halaman 36)

Gaya nominal ultimate dan gaya layanan jembatan akibat angin tergantung dari kecepatan angina rencana sebagai berikut :

$$T_{EW} = 0,0006 C_w (V_w)^2 A_b \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$V_w$  = kecepatan angin rencana (m/det) untuk keadaan batas yang ditinjau

$C_w$  = koefisien seret (untuk bangunan atas rangka  $C_w = 1,2$ )

$A_b$  = luas koefisien bagian samping jembatan ( $m^2$ )

Apabila suatu kendaraan yang berada diatas jembatan, beban garis merata tambahan horizontal harus diterapkan pada permukaan lantai pada rumus :

$$T_w = 0,0012 C_w (V_w^2) A_b \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan pengertian:

$C_w = 1.2$

Tabel 2.11 Koefisien Seret  $C_w$

Tipe Jembatan	$C_w$
Bangunan atas masif: (1), (2)	
$b/d = 1.0$	2.1 (3)
$b/d = 2.0$	1.5 (3)
$b/d \geq 6.0$	1.25 (3)
Bangunan atas rangka	1.2
CATATAN (1) $b$ = lebar keseluruhan jembatan dihitung dari sisi luar sandaran $d$ = tinggi bangunan atas, termasuk tinggi bagian sandaran yang masif	
CATATAN (2) Untuk harga antara dari $b/d$ bisa diinterpolasi linier	
CATATAN (3) Apabila bangunan atas mempunyai superelevasi, $C_w$ harus dinaikkan sebesar 3 % untuk setiap derajat superelevasi, dengan kenaikan maksimum 2,5 %	

(Sumber : RSNI T – 02 – 2005 halaman 37)



Tabel 2.12 Kecepatan angin rencana  $V_w$

Keadaan Batas	Lokasi	
	Sampai 5 km dari pantai	> 5 km dari pantai
Daya layan	30 m/s	25 m/s
Ultimit	35 m/s	30 m/s

(Sumber : RSNI T – 02 – 2005 halaman 37)

### c. Kombinasi beban

Kombinasi beban pada umumnya didasarkan pada beberapa kemungkinan tipe beban yang berbeda dari aksi yang bekerja secara bersamaan. Aksi rencana ditentukan dari aksi nominal yaitu dengan mengalikan faktor beban. Seluruh pengaruh aksi rencana harus mengambil faktor beban yang sama. Apakah itu tetap atau dikurangi. Disini paling berbahaya (maksimum) harus dijadikan acuan dalam perencanaan pembebanan.

Kombinasi pembebanan didasarkan pada batas dayan layan dan batas daya ultimit. Batas daya layan adalah kemampuan material elemen struktur menahan beban yang bekerja. Batas layan ultimit adalah kemampuan material elemen struktur menahan beban dengan mengalikan dengan faktor beban sehingga tegangan pada material setara dengan tegangan leleh.

Kombinasi beban pada keadaan batas ultimit terdiri dari jumlah pengaruh aksi tetap dan satu pengaruh aksi sementara. Sebagai ringkasan dari kombinasi beban yang lazim diberikan dalam tabel dibawah ini :

Aksi	Kombinasi beban						Catatan
	1	2	3	4	5	6	
Aksi Tetap	X	X	X	X	X	X	1
Berat sendiri							
Aksi Transient	X	0	0	0			
Beban Lajur "D"							
Beban Truk "T"							
Gaya Rem	X	0	0	0			2
Beban Trotoar		X					
Beban Angin	0		0	X		0	

Tabel 2.13 Kombinasi beban

( Sumber : Peraturan SNI T-02-2005 ; hal 54 )

Keterangan :

1. Dalam keadaan batas ultimit pada bagian tabel ini, aksi dengan tanda “X” untuk kombinasi tertentu adalah memasukan faktor harga beban ultimate penuh. Nomor dengan tanda “0” memasukkan harga yang sudah diturunkan besarnya sama dengan beban daya layan.

2. Beberapa aksi tetap berubah menurut waktu secara perlahan-lahan.

Kombinasi beban untuk aksi demikian dan minimum untuk menemukan keadaan yang paling berbahaya.

Tingkat keadaan batas dari gaya sentrifugal dan gaya rem tidak terjadi secara bersamaan. Untuk faktor beban ultimate berkurang untuk beban lalu lintas vertikal kombinasi dengan gaya rem.

#### 2.5.4 Perencanaan Struktur Atas

Adapun yang perlu direncanakan pada struktur atas adalah sebagai berikut:

##### 2.5.4.1 Pelat Kendaraan

Pada bagian pelat kendaraan terbagi menjadi 2, yaitu:

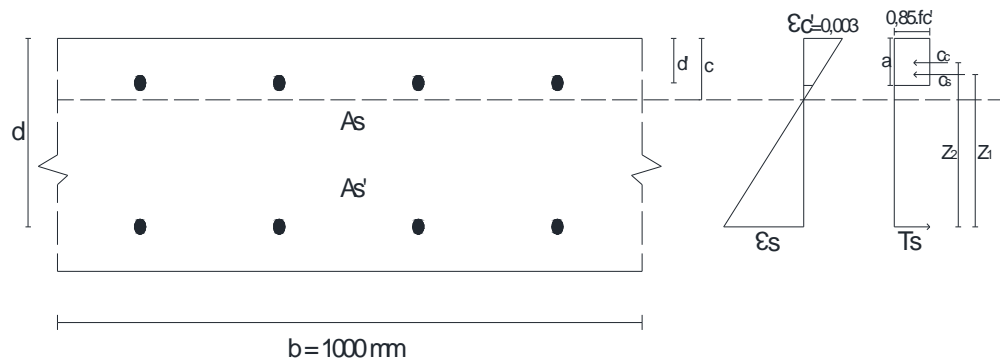
###### a. Penulangan Pelat lantai

Mu didapat dengan menggunakan *software STAAD V8i*.

$d$  = tebal plat lantai – selimut beton –  $\frac{1}{2}$  D tulangan

$A_s$  =  $(1/4 \times \pi \times D^2 \times b) / \text{jarak yang direncanakan}$

Untuk perhitungan tulangan rangkap



## Gambar 2.5. Gambar Tulangan Rangkap

(Sumber : RSNI T-03-2005)

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \dots\dots\dots (2.5)$$

Tegangan tekan pada serat beton:

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \dots\dots\dots (2.6)$$

Tegangan tekan pada serat baja:

$$C_s = A_s' (f_s' - 0,85 \cdot f_c') \dots\dots\dots (2.7)$$

Kekuatan momen yang terjadi:

$$M_n = C_c \cdot Z_1 + C_s \cdot Z_2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Kekuatan momen rencana:

$$M_r = \phi \cdot M_n, \text{ dimana } \phi = 0,8 \dots\dots\dots (2.9)$$

Kekuatan momen rencana  $\phi M_n$  harus lebih besar atau sama dengan momen luar rencana ( $M_u$ ).

$$M_r = \phi M_n > M_u \dots\dots\dots (2.10)$$

#### 2.5.4.2 Gelagar Memanjang

Gelagar memanjang adalah gelagar yang dipasang arah memanjang jembatan, berfungsi sebagai tumpuan lantai kendaraan dan menyalurkan beban- beban yang diterimanya pada gelagar melintang.

Beban- beban yang bekerja pada gelagar memanjang adalah :

a. Beban mati lantai kendaraan

Untuk beban mati lantai kendaraan diambil pengaruh beban lantai yang membebani gelagar memanjang.

b. Beban hidup “D”

Dalam perhitungan kekuatan gelagar-gelagar, beban hidup yang harus dipertimbangkan adalah beban “D” atau beban jalur. Beban “D” terdiri dari beban terbagi rata “q” tanpa koefisien kejut dan beban garis :P” yang harus dikalikan dengan koefisien kejut.

Setelah gelagar memanjang ditentukan, maka harus dikontrol terhadap tegangan dan lendutan yang terjadi. Rumus-rumus yang digunakan untuk kontrol tegangan dan lendutan adalah :

➤ Lendutan (Buku teknik Sipil, hal 48)

$$f_{ada} = \frac{5 \cdot Q_u \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I_x}$$

Dimana :

f = besar lendutan yang terjadi

q = beban mati (kg/cm)

L = panjang gelagar (cm)

$I_x$  = momen inersia ( $\text{cm}^4$ )

- Besarnya lendutan maksimum akibat beban mati dan beban hidup adalah :

$$f_{\text{izin}} = \frac{1}{240} \cdot L \quad (\text{Laboratorium mekanika struktur, pusat penelitian}$$

antar universitas bidang ilmu rekayasa, institute teknologi bandung, 2000 hal 15 dari 184)

#### 2.5.4.3 Gelagar Melintang

Gelagar melintang adalah konstruksi jembatan yang melintang dibawah lantai kendaraan. Beban yang bekerja gelagar melintang adalah :

a. Beban Mati

Terdiri dari berat lantai kendaraan, trotoar dan berat sendiri gelagar melintang.

b. Beban hidup

Beban yang harus diperhitungkan yaitu beban “D” yang terdiri dari beban terbagi rata “q” tanpa koefisien kejut dan beban garis “P” yang harus dikalikan dengan koefisien kejut.

Setelah gelagar melintang ditentukan, maka harus dikontrol terhadap tegangan dan lendutan yang terjadi. Rumus-rumus yang digunakan untuk kontrol tegangan dan lendutan adalah :

- Lendutan (Buku teknik Sipil, hal 48)

$f_{\text{ada}}$  = Didapat dari analisa program STAAD V8i

Dimana :

$f$  = besar lendutan yang terjadi

$q$  = beban mati (kg/cm)

$L$  = panjang gelagar (cm)

$I_x$  = momen inersia (cm<sup>4</sup>)

- Besarnya lendutan maksimum akibat beban mati dan beban hidup adalah :

$$f_{\text{izin}} = \frac{1}{360} \cdot L \quad (\text{Laboratorium mekanika struktur, pusat}$$

penelitian antar universitas bidang ilmu rekayasa, institute teknologi bandung, 2000 hal 15 dari 184)

#### **2.5.4.4 Perencanaan balok**

Dalam Perencanaan jembatan terdapat balok memanjang dan melintang. Balok memanjang menerima beban dari pelat lantai kendaraan. Sedangkan balok melintang meneruskan beban yang diterima balok memanjang ke struktur utama. Dalam perencanaan ini direncanakan sebagai gelegar komposit memakai baja WF dan dianggap sebagai balok dengan dua tumpuan. Momen yang diperhitungkan adalah pada saat sebelum dan sesudah komposit.

##### **o Pembebanan**

##### **✓ Beban mati**

Beban mati terdiri atas sumbangan beban dari pelat lantai dan beban trotoir.

✓ Beban hidup

Beban hidup ini terdiri atas beban terbagi rata (BTR), beban garis terpusat (BGT) dan beban hidup trotoir.

o Kontrol kekakuan sebelum komposit

$$M_{total} = M_{DLmax} + M_{profilmax}$$

$$M_n = Z_x \cdot f_y \dots\dots\dots(2.11)$$

Cek apakah  $M_{total} < \phi M_n$ , jika ya maka dimensi gelagar aman

o Kontrol kekuatan sesudah komposit

$$M_{total} = M_{DLmax} + M_{LLmax} + M_{profilmax}$$

$$M_n = A_s \cdot F_y \left( \frac{d}{2} + t - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots(2.12)$$

Cek apakah  $M_{total} < \phi M_n$ , jika ya maka dimensi gelagar aman

Cek apakah  $V_{total} < \phi V_n$ , jika ya maka dimensi gelagar aman terhadap geser.

o Shear Konektor

Karena PNA berada pada pelat lantai kendaraan, maka gaya geser total adalah :

$$T_{max} = A_s \cdot f_y \dots\dots\dots(2.13)$$

Geser

$$V = 0.85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \cdot E \dots\dots\dots(2.14)$$

Kekuatan satu konektor stud

$$Q_u = 0.0005 \cdot A_{st} \cdot f_c' \cdot E_c \dots\dots\dots(2.15)$$

Jumlah konektor stud

$$Q_u = 0.0005 \cdot A_{st} \cdot \sqrt{f_c' \cdot E_c} \dots\dots\dots(2.16)$$



Jarak memanjang antara penghubung tidak boleh lebih besar dari :

600,  $2 \cdot hf$  dan  $4 \cdot Hs$

#### **2.5.4.5 Ikatan Angin**

Ikatan angin adalah salah satu sisi komponen jembatan yang fungsi utamanya memberikan kekuatan konstruksi dalam bidang horizontal. Ikatan angin dapat terletak diatas, ditengah atau dibawah. Ikatan angin yang terletak diatas disebut ikatan angin atas, yang terletak ditengah disebut ikatan angin tengah sedangkan yang terletak dibawah disebut ikatan angin bawah. Ikatan yang cukup harus disediakan antara rangka-rangka utama untuk menjamin bahwa:

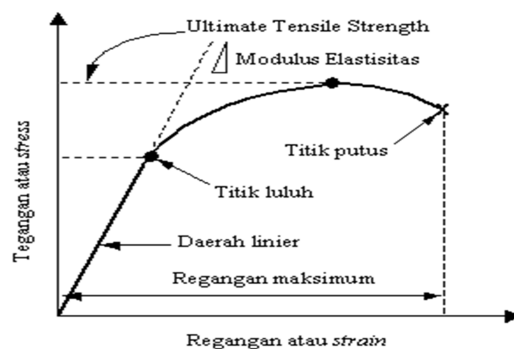
- a) Semua beban dan pengaruh beban yang dihitung dapat disalurkan pada struktur pendukung.
- b) Sokongan tersedia pada semua titik buhul, konsisten dengan anggapan yang diprtgunakan dalam penentuan panjang efektif batang tekan.
- c) Sokongan tersedia pada setiap titik dimana gaya tekan bekerja pada batang diagonal dan/atau vertikal, akibat perubahan arah batang tepi (tanpa memperdulikan apakah batang tersebut batang tarik atau tekan).

#### **2.5.4.6 Metode Desain Faktor Beban Dan Tahanan (LRFD)**

Batang struktur rangka harus memiliki kekuatan dan ketahanan yang cukup sehingga dapat berfungsi selama umur layanan struktur tersebut. Dalam mendesain batang Tarik baja harus memberikan keamanan dan menyediakan cadangan kekuatan yang diperlukan untuk menanggung beban

layanannya, yakni harus memiliki kemampuan terhadap kemungkinan kelebihan beban atau kekurangan kekuatan. Kelebihan beban dapat terjadi akibat perubahan fungsi balok, terlalu rendahnya taksiran atas efek-efek beban karena penyederhanaan yang berlebihan dalam analisis strukturnya dan akibat variasi dalam prosedurnya konstruksinya

Dewasa ini perkembangan dari desain struktur baja telah bergeser menuju prosedur desain yang lebih rasional dan berdasarkan konsep probabilitas. Konsep desain pertama kali diadopsi oleh *American Institute of Steel Construction* (AISC). Desain ini memberikan keamanan struktur yang menjamin penghematan secara menyeluruh dengan memperlihatkan variabel-variabel desain yaitu faktor beban dan ketahanan struktur dengan menggunakan kriteria probabilistik. Metode ini dikenal dengan desain faktor beban dan tahanan (load and resistance factor design) atau metode LRFD, namun di Indonesia kebanyakan digunakan desain tegangan ijin, Allowable Stress Design (metode ASD). Metode ASD menitikberatkan pada beban layanan (beban kerja) dan tegangan yang dihitung secara elastis dengan cara membandingkan tegangan terhadap harga batas yang diijinkan.



Gambar 2.6 grafik tegangan regangan

Perubahan-perubahan dalam berbagai faktor kelebihan beban dan faktor resistensi  $\phi$  lebih mudah dilakukan ketimbang mengubah tegangan izin dalam ASD. Rasionalitas metode LRFD selalu menarik atau cenderung memberikan struktur yang lebih aman bila dibandingkan dengan metode ASD dalam mengkombinasikan beban hidup dan beban mati.

#### **2.5.4.7 Teori Desain Struktur Baja**

Karena Struktur jembatan ini secara umum terdiri dari gaya aksial untuk rangka dan gaya lentur untuk gelagar-gelagar lantai kendaraan, maka dapat diuraikan sebagai berikut:

##### **a. Stabilitas batang tarik**

Berdasarkan beba tarik yang bekerja, mutu baja dan jenis profil, dapat ditentukan profil yang kuat namun cukup hemat. Proses pemilihan ukuran profil seperti dimaksudkan diatas dinamakan perencanaan batang tarik.

Perencanaan batang tarik yang baik harus ditinjau dari beberapa segi yakni:

##### **1. Tegangan (*Stress*)**

Ukuran profil harus dipilih sedemikian rupa sehingga tegangan yang terjadi kurang atau sama dengan tegangan tarik ijin. Dari perbandingan tegangan tarik ijin dapat diketahuui hemat tidaknya sebuah perencanaan.

Semakin dekat dengan tegangan yang terjadi dengan tegangan ijinnya ,maka perencanaan semakin ekonomis .

## 2. Pelayanan (*Serviceability*)

Struktur tidak diperkenankan menunjukan perilaku yang mengawatirkan pemakai, misalnya defleksi yang berlebihan, bergetarnya elemen struktur oleh kendaraan yang bergetar dan sebagainya. Dalam hal ini kelangsinganya harus dibatasi.

## 3. Sifat Keliatan (*Ductility*)

Hal ini merupakan persyaratan yang sangat penting. Tanpa daktilitas yang baik tidak akan terjadi distribusi yang menyebabkan hitungan menjadi sederhana khususnya pada perencanaan plastis. Sifat ini diketahui dari percobaan tarik.

## 4. Ketahanan (*Durability*)

Ketahanan dari cuaca panas dan dingin, korosi atau suhu yang meningkat perlu diperhatikan. Khusus untuk batang tarik, stabilitas (*stability*) tidak perlu ditinjau karena baik *local buckling* maupun *torsional buckling*, tidak mungkin terjadi pada batang ini.

Persyaratan keamanan struktur yang diberikan dalam LRFD adalah (CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, 1992 : 95)

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u$$

Dimana :

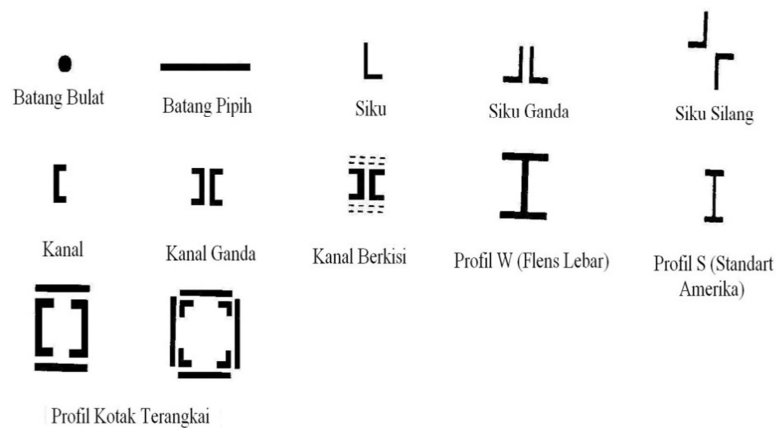
$\phi_t$  = factor resistensi yang berkaitan dengan kekuatan tarik

$T_n$  = kekuatan nominal batang tarik

$T_u$  = beban terfaktor pada batang tarik

Kekuatan desain  $\phi_t \cdot T_n$  menurut LRFD lebih kecil disbanding dengan yang didasarkan pada pelelehan pada penampang bruto :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g = 0,90 \cdot F_y \cdot A_g \quad (2.28)$$



Gambar 2.8 Penampang lintang batang- batang tarik

((Sumber : *Perencanaan Struktur Baja dengan Menggunakan Metode LRFD : Agus Setiawan, halaman. 79*)

#### b. Stabilitas batang tekan

Batang tekan merupakan batang dari suatu rangka batang yang menerima tekan searah panjang batang. Beban yang cenderung membuat batang bertambah pendek

akan menghasilkan tegangan tekan pada batang tersebut. Pada rangka batang, umumnya batan tepi atas adalah batang tekan.

Batang tekan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga menjamin stabilitasnya (tidak ada bahaya tekuk). Persyaratan kekuatan dalam desain faktor dan resistensi menurut LRFD adalah (CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342*)

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

Dimana :

$\phi_c$  = 0,85; factor resistensi untuk batang tekan

$P_n$  = kekuatan nominal batang tekan

$P_u$  = beban layan terfaktor

Kekuatan nominal  $P_n$  dari batang tekan adalah :

$$P_n = A_g \cdot F_{cr}$$

Dimana :

$A_g$  = luas penampang bruto batang tekan

$F_{cr}$  = tegangan kritis

Nilai  $F_{cr}$  tergantung pada parameter  $\lambda_c$  (CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 340*) sebagai berikut :

1. Untuk  $\lambda_c \leq 1,5$

$$F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}) F_y$$

2. Untuk  $\lambda_c \geq 1,5$

$$F_{cr} = \left( \frac{0,887}{\lambda_c^2} \right) f_y$$

Untuk memberikan keamanan batang dari bahaya tekuk maka LRFD memberikan spesifikasi tersendiri untuk parameter kerampingan (*CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 338*)

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2.E}}$$

Dimana :

$$\frac{K.L}{r} = \text{rasio kerampingan efektif}$$

$$K = \text{factor panjang efektif}$$

$$L = \text{panjang batang}$$

$$r = \text{radius girasi} = \sqrt{\frac{I}{Ag}}$$

$$r_y = \text{radius girasi} = \sqrt{\frac{I_y}{Ag}}$$

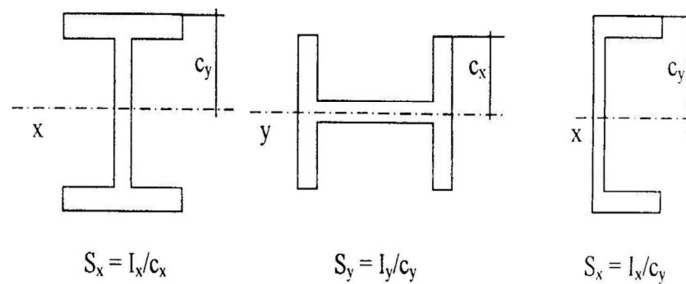
$$r_x = \text{radius girasi} = \sqrt{\frac{I_x}{Ag}}$$

I = momen inersia

E = modulus elastisitas baja

### c. Stabilitas Batang Lentur

Tegangan pada penampang yang umum dapat dihitung dengan rumus lentur sederhana bila beban-beban bekerja pada salah satu arah utama. Bila suatu penampang yang paling tidak memiliki satu sumbu simetri dan dibebani melalui pusat gesernya sehingga mengalami momen lentur dalam arah sembarang, komponen  $M_{xx}$  dan  $M_{yy}$  pada arah utama dapat diperoleh, sehingga tegangan dihitung sebagai berikut :



Gambar 2.9. Penampang batang lentur

$$f = \frac{M_{xx}}{S_x} = \frac{M_{yy}}{S_y}$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, 1992 : 421)

Dimana :  $f$  = tegangan lentur



$S$  = modulus elastisitas

## 2.6 Perencanaan Sambungan

Sambungan dalam suatu struktur merupakan bagian yang tidak mungkin diabaikan begitu saja, karena kegagalan pada sambungan dapat mengakibatkan kegagalan struktur secara keseluruhan.

Syarat-syarat sambungan :

1. Harus kuat, aman tetapi cukup hemat
2. Ditempat yang mudah terlihat, seharusnya dibuat seindah mungkin
3. Mudah dalam pelaksanaan pemasangan dilapangan
4. Pada satu titik sambungan sebaiknya dihindari penggunaan alat penyambung yang berbeda-beda.

Pada Jembatan ini digunakan 1 jenis sambungan yaitu sambungan baut

### Sambungan Baut

 Kekuatan geser nominal baut

Kekuatan geser  $V_f$ , dari baut harus dihitung sebagai berikut:

$$V_f = 0,62 f_{uf} k_r (n_n A_e + n_x A_o) \dots \dots \dots (2.17)$$

dengan pengertian :

$f_{uf}$  adalah kekuatan tarik minimum baut (MPa)

$k_r$  adalah faktor reduksi,  $k_r = 1,0$ .

$n_n$  adalah jumlah bidang geser melalui bagian baut

$A_e$  adalah luas diameter lebih kecil pada baut ( $mm^2$ )

$n_x$  adalah jumlah bidang geser melalui bagian baut

$A_o$  adalah luas batang polos nominal pada baut ( $mm^2$ )

#### 🚧 Kekuatan tarik nominal baut

Kekuatan tarik nominal baut,  $N_{tf}$ , harus dihitung sebagai berikut:

$$N_{tf} = A_s f_{uf} \dots \dots \dots (2.18)$$

dengan  $A_s$  sebagai luas tegangan tarik baut

#### 🚧 Kekuatan tumpuan nominal pelat lapis

Kekuatan tumpuan nominal pelat lapis,  $V_b$ , harus dihitung sebagai berikut:

$$V_b = 3,2 d_f t_p n_f f_{up} \dots \dots \dots (2.19)$$

Dengan syarat bahwa, untuk pelat lapis yang memikul komponen gaya yang bekerja menuju suatu sisi, kekuatan tumpuan nominal pelat lapis harus diambil nilai terkecil dari rumus (2.15) dan rumus (2.16)

$$V_b = a_e t_p f_{up} \dots \dots \dots (2.20)$$

dengan pengertian :

$d_f$  adalah diameter baut (mm)

$t_p$  adalah tebal pelat lapis (mm)

$f_{up}$  adalah kekuatan tarik pelat lapis (MPa)

$a_e$  adalah jarak minimum dari ujung lubang ke ujung pelat lapis diukur dalam arah komponen gaya ditambah setengah diameter baut (mm).

### **Tata letak baut**

Jarak antara pusat lubang pengencang tidak boleh kurang dari 3 kali diameter nominal pengencang. Jarak minimum dari pusat pengencang ke tepi pelat atau pelat sayap profil harus memenuhi spesifikasi dalam tabel berikut :

Tabel 2.14 Tata Letak Baut

Tepi dipotong dengan tangan	Tepi dipotong dengan mesin	Tepi Profil bukan hasil potongan
$1,75 d_b$	$1,5 d_b$	$1,25 d_b$

Dimana :

$D_b$  adalah diameter nominal baut pada daerah tak berulir

### **Jarak maksimum**

Jarak maksimum antara pusat pengencang harus nilai terkecil dari 15 tp (di mana tp adalah tebal pelat lapis tertipis didalam sambungan) atau 200 mm.

Bagaimanapun, dalam hal berikut, jarak maksimum harus sebagai berikut:

- Untuk pengencang yang tidak perlu memikul gaya rencana dalam daerah yang tidak mudah berkarat, nilai terkecil dari  $32tp$  atau 300 mm
- Untuk baris luar dari pengencang dalam arah gaya rencana, nilai terkecil dari  $4tp + 100$  mm, atau 200 mm

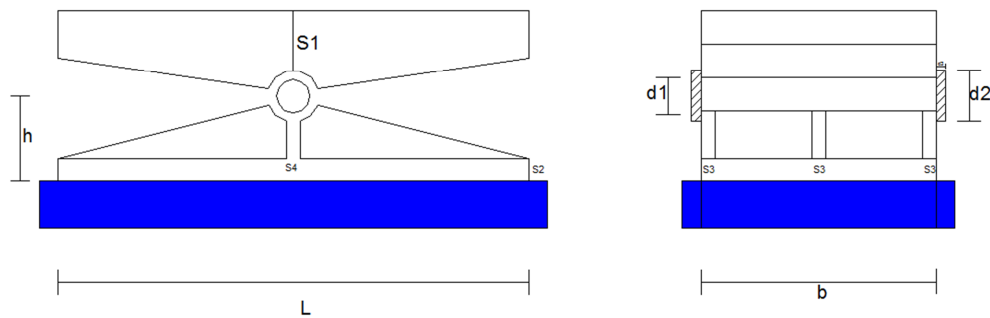
### **Jarak minimum**

Jarak dari pusat tiap pengencang ke tepi terdekat suatu bagian yang berhubungan dengan tepi yang lain tidak boleh lebih dari 12 kali tebal pelat lapis luar tertipis dalam sambungan dan juga tidak boleh melebihi 150 mm.

## 2.7 Konstruksi Perletakan / Landasan

Konstruksi perletakan harus mengalihkan gaya- gaya tegak dan mendatar yang bekerja pada jembatan kepada pangkal jembatan dan pondasi. Untuk mengatasinya kedua macam gaya tersebut dapat dipasang perletakan sendi dan perletakan rol.

### 2.7.1 Perletakan Sendi



Gambar 2.18 Konstruksi Perletakan Sendi

Untuk menghitung perletakan sendi digunakan rumus- rumus sebagai berikut :

- Panjang empiris dihitung dengan rumus

$$\ell = L + 40$$

Dimana :

$L$  = Panjang jembatan (m)

$\ell$  = Panjang perletakan (cm)

- Tebal bantalan

$$S_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot \ell}{b \cdot \sigma}}$$

Dimana :

$P_u$  = Besar gaya (kg)

$b$  = Lebar perletakan

$\phi$  = Faktor resistansi untuk sendi rol 0,90

$F_y$  = Mutu baja st 50 = 290 Mpa = 2900 kg/cm<sup>2</sup>

- Selanjutnya untuk ukuran  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $h$  dan  $W$  dapat direcanakan dengan melihat tabel Muller Breslaw, sebagai berikut :

Tabel 2.6 Tabel Muller Breslaw

$\frac{h}{S_2}$	$\frac{h}{a \cdot S_3}$	W
3	4	$0,2222 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$
4	4,2	$0,2251 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$
5	4,6	$0,2286 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$
6	5	$0,2315 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$

Sumber : H.J. Struyk, K.H.C.w. Van Der Veen, Soemargono, Jembatan : 249

- Jumlah rusuk ( $a$ ), maka  $S_2$  dan  $S_3$  dapat diambil dengan table diatas, dimana  $W$  adalah momen tahanan, perbandingan  $h/ S_2$  hendaknya dipilih antara 3 dan 5, tebal  $S_4$  biasanya diambil =  $h/6$ , dan  $S_5 = h/4$

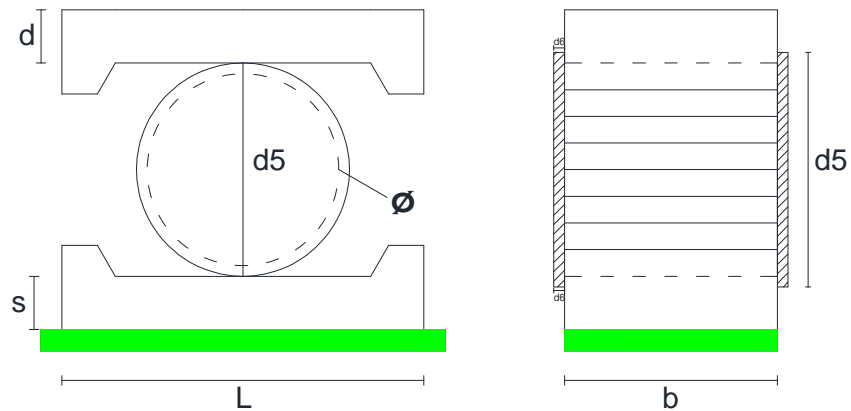
$$M_{\max} = \frac{1}{8} \cdot P_u \cdot \ell \rightarrow W = \frac{M_{\max}}{\phi \cdot f_y}$$

- Jari- Jari garis tengah sendi

$$r = \frac{1}{2} \cdot d_1$$

$$= \frac{0,8.P}{\phi.fy.\ell}$$

### 2.7.2 Perletakan Rol



Gambar 2.19 Konstruksi Perletakan Rol

Untuk menghitung perletakan rol digunakan rumus- rumus sebagai berikut :

- Panjang empiris dihitung dengan rumus

$$\ell = L+40$$

Dimana :

L = Panjang jembatan (m)

$\ell$  = Panjang perletakan (cm)

- Tebal bantalan

$$S_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3.Pu.\ell}{b.\phi.fy}}$$

Dimana :

Pu = Besar gaya (kg)

b = Lebar perletakan

$\phi$  = Faktor resistansi untuk sendi rol 0,90

$$F_y = \text{Mutu baja st 50} = 290 \text{ Mpa} = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

Selanjutnya untuk ukuran  $d_3$ ,  $d_4$ , dan  $d_5$  dapat direncanakan dengan menghitung:

- Jari- Jari garis tengah rol

$$r = \frac{1}{2} \cdot d_4$$

$$= \frac{0,8 \cdot P}{\phi \cdot f_y \cdot \ell}$$

- Diameter rol

$$d_4 = 0,75 \cdot 10^6 \cdot \frac{P}{\ell \cdot \phi \cdot \sigma_y} \rightarrow \sigma_y = \text{tegangan tarik putus baja}$$

$$= 8500 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Baja A529)Tinggi total}$$

rol

$$d_5 = d_4 + 2 \cdot d_6$$

- Tebal bibir rol

$$d_6 = \text{diambil sebesar } 2,5 \text{ cm}$$

## **BAB III**

### **METODOLOGI PERENCANAAN**

#### **3.1 PERSIAPAN**

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahap awal ini disusun hal-hal yang penting yang harus segera dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan waktu dan pekerjaan. Tahap persiapan ini meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

- a. Studi pustaka terhadap materi desain untuk menentukan garis besarnya.
- b. Menentukan kebutuhan data
- c. Survey pada instansi-instansi yang dapat dijadikan narasumber data
- d. Pengadaan persyaratan administrasi untuk perencanaan data
- e. Pembuatan proposal penyusunan tugas akhir

#### **3.2 PENGUMPULAN DATA**

Pengumpulan data merupakan sarana pokok untuk menemukan penyelesaian suatu masalah secara ilmiah. Dalam pengumpulan data, peranan instansi yang terkait sangat diperlukan sebagai pendukung dalam memperoleh data-data yang diperlukan. Adapun hal-hal yang diperlukan dalam pengumpulan data adalah:



1. Jenis data dan tempat diperolehnya data
2. Jumlah data yang harus dikumpulkan agar diperoleh data yang memadai (cukup, seimbang, dan tepat/akurat)

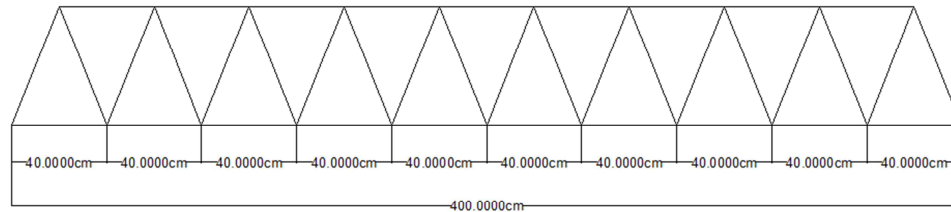
Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah metode literatur yaitu mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan.

### 3.3 DATA TEKNIS PROYEK

#### Data Umum Jembatan:

 Nama Proyek	: Jembatan Senyur
 Lokasi	: Kec. Muara Ancalong, Kalimantan Timur
 Fungsi bangunan	: Jembatan
 Panjang bangunan	: 40 m
 Lebar lantai kendaraan	: 6 m
 Lebar Trotoir	: 2 x 0,50 m
 Tipe Jembatan	: Rangka Baja Tipe Span Truss
 Jarak Antar Gel. Melintang	: 4 m
 Jarak Antar Gel. Memanjang	: 1,5 m
 Mutu baja	: U-39
	: 390 Mpa = $390 \times 10^3 \text{ kg/m}^2$
 Mutu Beton ( $f_c'$ )	: 35 Mpa
 . E = $4700 \sqrt{f_c'}$	: $4700\sqrt{35}$

:  $2,781 \times 10^4$  Mpa



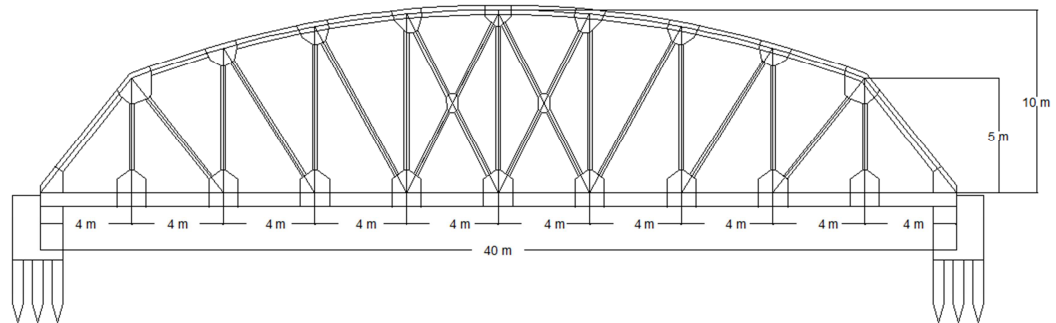
Gambar3.1 potongan memanjang jembatan Type Span Truss

### Rencana Modifikasi Jembatan:

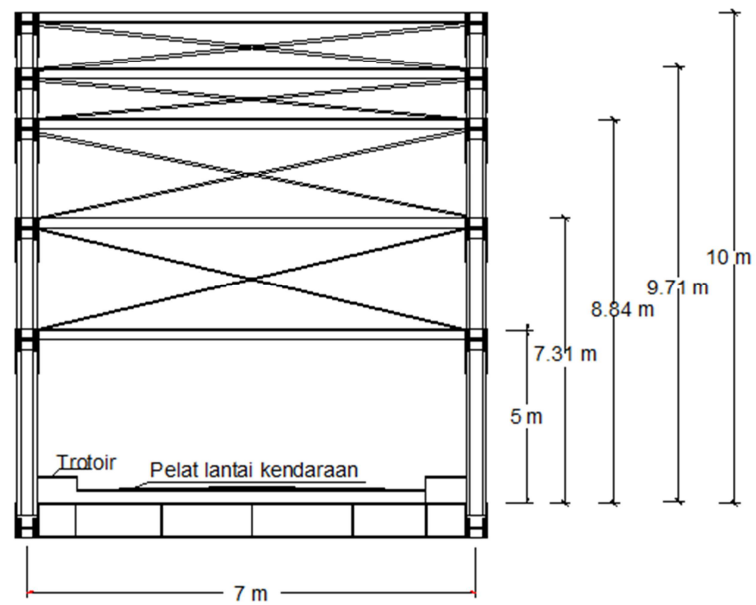
✚ Nama Proyek	: Jembatan Senyur
✚ Lokasi	: Kec. Muara Ancalong, Kalimantan Timur
✚ Fungsi bangunan	: Jembatan
✚ Panjang bangunan	: 40 m
✚ Lebar lantai kendaraan	: 6 m
✚ Lebar Trotoir	: 2 x 0,50 m
✚ Tipe Jembatan	: Rangka Baja Tipe Camel Back Truss
✚ Jarak Antar Gel. Melintang	: 4 m
✚ Jarak Antar Gel. Memanjang	: 1,5 m
✚ Mutu baja	: U-39 : $390 \text{ Mpa} = 390 \times 10^3 \text{ kg/m}^2$
✚ Mutu Beton (fc')	: 35 Mpa

$$E = 4700 \sqrt{f_c'} : 4700\sqrt{35}$$

$$: 2,781 \times 10^4 \text{ Mpa}$$



Gambar 3.2. Potongan memanjang jembatan Type Camel Back Truss



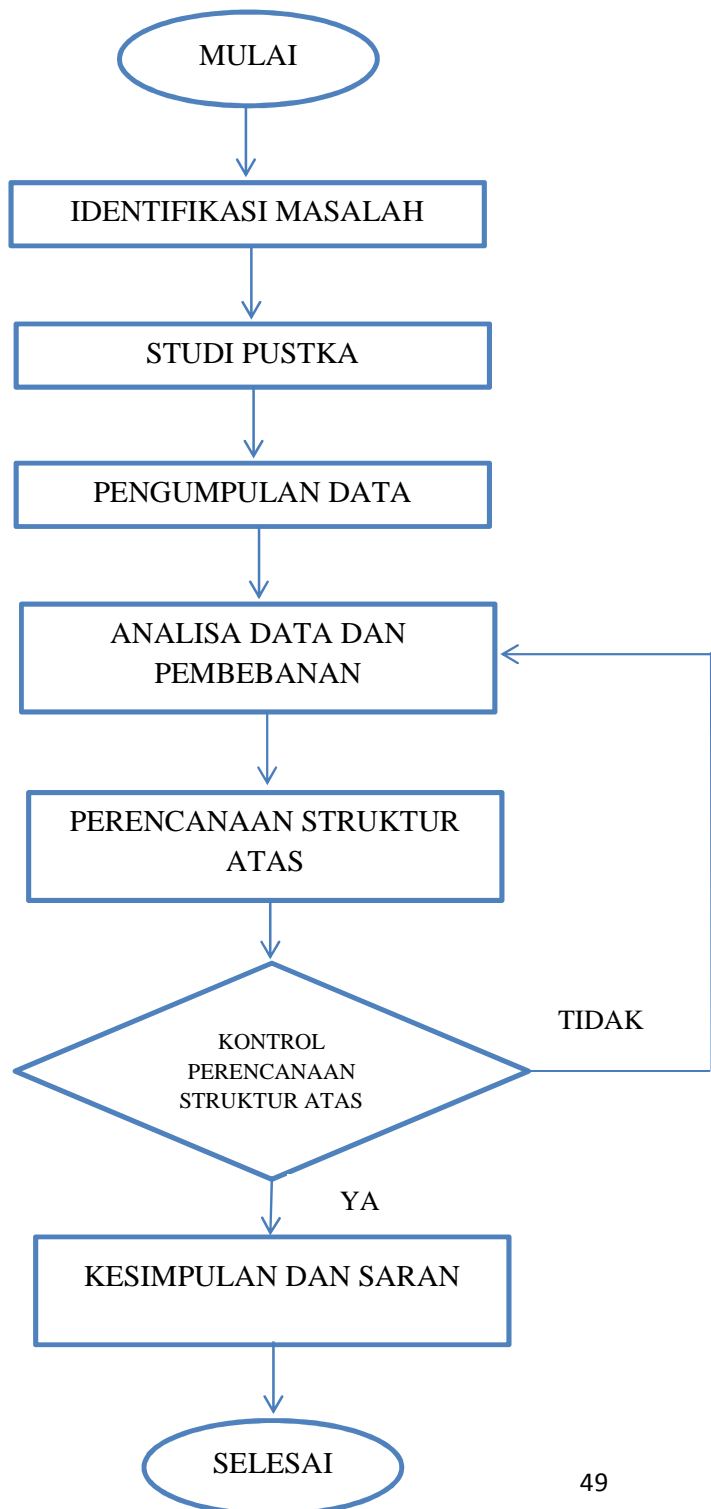
Gambar 3.3 Potongan melintang jembatan Type Camel Back Truss

### **3.4 TAHAP PERENCANAAN**

Setelah dilakukan pemilihan alternatif dilanjutkan dengan tahapan perencanaan bangunan atas (rangka baja, gelagar memanjang, gelagar melintang, lantai kendaraan, trotoar dan sandaran).

### 3.5 Bagan Alir

Sistematika metodologi pekerjaan tugas akhir dapat dilihat seperti diagram flowhart dibawah ini:



## **BAB IV**

### **PERENCANAAN**

#### **4.1 Data Pembebanan**

##### a) Lapisan aspal lantai kendaraan

- Tebal Aspal = 0.05 meter
- Berat jenis aspal =  $2240 \text{ kg/m}^3$  (*RSNI T-02-2005, hal : 11*)
- Faktor beban  $K_{uMS} = 1.3$  (*RSNI T-02-2005, hal : 10*)

##### b) Plat beton lantai trotoar

- Tebal plat beton = 0.55 meter
- Berat jenis beton bertulang =  $2400 \text{ kg/m}^3$  (*RSNI T-02-2005, hal : 11*)
- Faktor beban  $K_{uMS} = 1.3$  (*RSNI T-02-2005, hal : 10*)

##### c) Plat beton lantai kendaraan

- Tebal plat beton = 0.25 meter
- Berat jenis beton bertulang =  $2400 \text{ kg/m}^3$  (*RSNI T-02-2005, hal : 11*)
- Faktor beban  $K_{uMS} = 1.3$  (*RSNI T-02-2005, hal : 10*)

##### d) Air hujan

- Tebal air hujan = 0.05 meter
- Berat jenis beton bertulang =  $1000 \text{ kg/m}^3$  (*RSNI T-02-2005, hal : 11*)
- Faktor beban  $K_{uMS} = 2.0$  (*RSNI T-02-2005, hal : 10*)

e) Steel Deck

- Tebal steel deck = 0.76 mm
- Berat steel deck =  $8.48 \text{ kg/m}^2$
- Faktor beban  $K_{uMS} = 1.1$  (RSNI T-02-2005, hal : 10)

## 4.2 Perhitungan Plat lantai kendaraan

### 4.2.1 Perhitungan Pembebanan

#### a. Plat lantai kendaraan ( diambil pias 1 meter )

##### Beban Mati ( qd )

- Berat sendiri lantai kendaraan =  $0,25 \times 1 \times 1 \times 2400 \times 1.3 = 780 \text{ kg/m}^2$
  - Berat aspal =  $0,05 \times 1 \times 2240 \times 1.3 = 145,6 \text{ kg/m}^2$
  - Berat steel deck (0.76 mm) =  $8.48 \times 1 \times 1 \times 1.1 = 9,328 \text{ kg/m}^2$
  - Berat air hujan =  $0,05 \times 1 \times 1 \times 1000 \times 2.0 = 100 \text{ kg/m}^2 +$
- $Q_{d1} = 1034,928 \text{ kg/m}^2$

##### Beban Hidup ( ql )

- Muatan “T” yang bekerja pada lantai kendaraan adalah tekanan gandar =  $225 \text{ kN} = 22500 \text{ kg}$ , atau tekanan roda =  $112.5 \text{ kN} = 11250 \text{ kg}$  (RSNI T-02-2005, hal : 22)
- Faktor beban = 1.8 (RSNI T-02-2005, hal : 22)
- Maka  $P = 1.8 \times 11250 = 20250 \text{ kg}$

## **b. Trotoar**

### **Beban Mati ( qd )**

- Berat sendiri lantai trotoar =  $0,55 \times 1 \times 1 \times 2400 \times 1.3 = 1716 \text{ kg/m}^2$
  - Berat tegel + spesi =  $0,05 \times 1 \times 1 \times 2240 \times 1.3 = 145.6 \text{ kg/m}^2$
  - Berat steel deck (0.76 mm) =  $8.48 \times 1 \times 1 \times 1.1 = 9.328 \text{ kg/m}^2$
  - Berat air hujan =  $0,05 \times 1 \times 1 \times 1000 \times 2.0 = 100 \text{ kg/m}^2 +$
- $$Qd_2 = 1970.928 \text{ kg/m}^2$$

### **Beban hidup ( ql )**

- Beban hidup trotoar

Faktor beban = 1.8 (*RSNI T-02-2005, hal : 19*)

Beban hidup trotoar harus diperhitungkan terhadap beban hidup sebesar :

$$Q = 5 \text{ kPa} = 500 \text{ kg/m}^2 \text{ (RSNI T-02-2005, hal : 27)}$$

$$Ql_2 = 500 \times 1 \times 1.8 = 900 \text{ kg/m}^2$$

- Pipa Sandaran

Faktor beban 1.1 (*RSNI T-02-2005, hal : 9*)

Menggunakan pipa baja dengan diameter 76.3 mm = 7.63 cm

Berat (G) = 5.08 kg/m

Tebal (t) = 2.8 mm = 0.28 cm

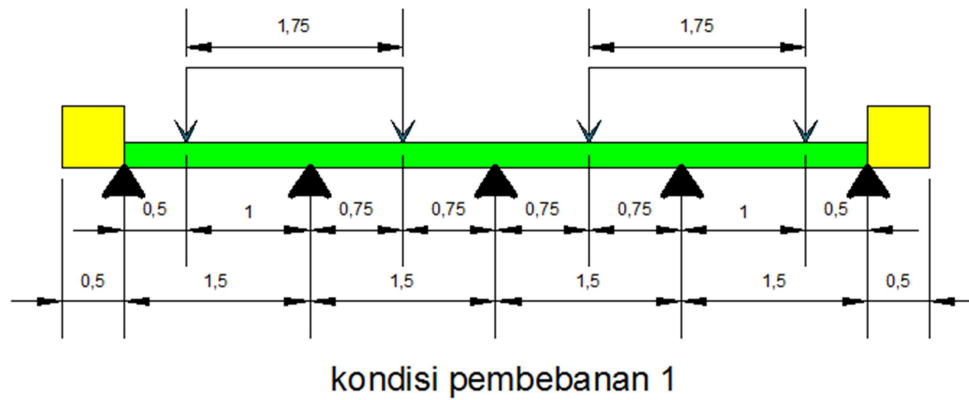


#### Beban terfaktor trotoir

$$\begin{aligned} Q_u &= q_d + q_l \\ &= 1970.928 + 900 \\ &= 2870,928 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

#### 4.2.2 Perhitungan statika

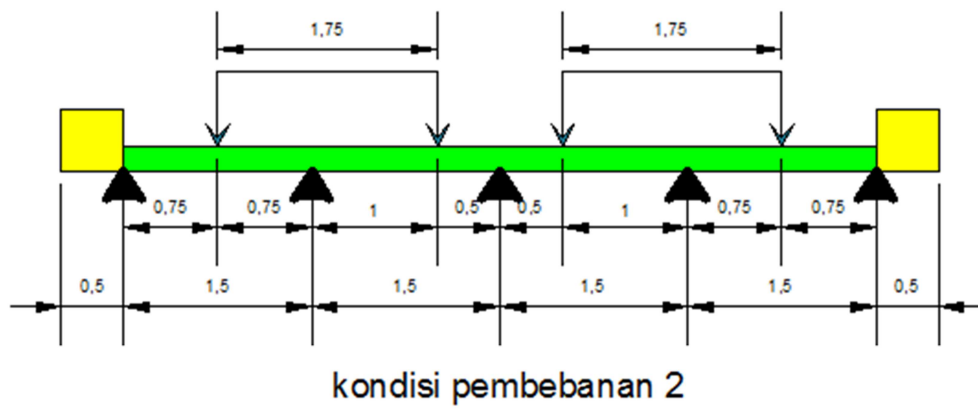
##### Kondisi I



Gambar 4.1 Kondisi pembebanan 1 pada lantai kendaraan

untuk gaya Momen dan gaya lintang : (Lihat Lampiran Perhitungan Statika STAAD V8i).

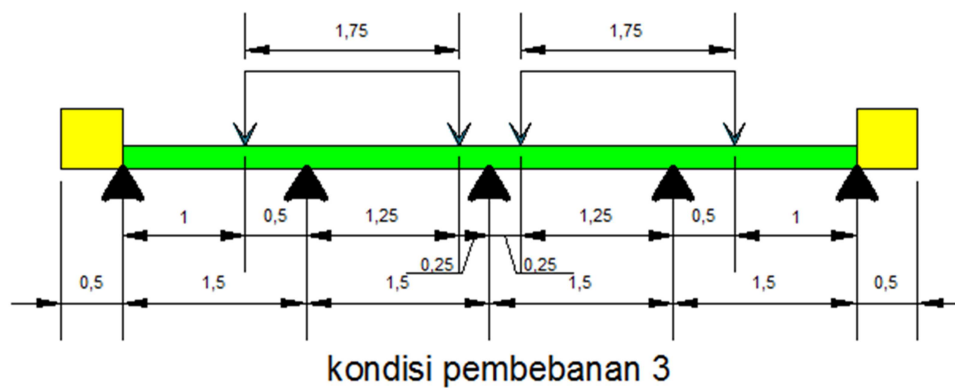
## Kondisi II



*Gambar 4.2 Kondisi pembebanan 2 pada lantai kendaraan*

untuk gaya Momen dan gaya lintang : (Lihat Lampiran Perhitungan Statika STAAD V8i).

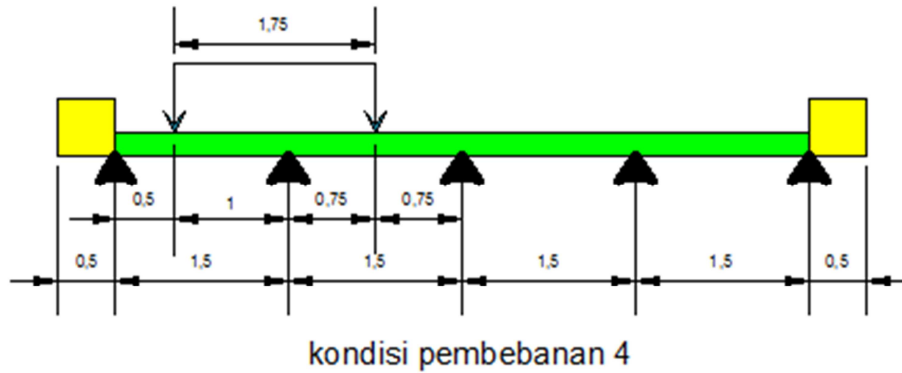
## Kondisi III



*Gambar 4.3 Kondisi pembebanan 3 pada lantai kendaraan*

untuk gaya Momen dan gaya lintang : (Lihat Lampiran Perhitungan Statika STAAD V8i).

#### Kondisi IV



*Gambar 4.4 Kondisi pembebanan 4 pada lantai kendaraan*

untuk gaya Momen dan gaya lintang : (Lihat Lampiran Perhitungan Statika STAAD V8i).

Tabel momen maksimum:

Kondisi Pembebanan	Momen Tumpuan (kg.m)	Momen Lapangan (kg.m)
Kondisi Pembebanan 1	4390,6	5545,2
Kondisi Pembebanan 2	4316,6	5552,7
Kondisi Pembebanan 3	3607	4484,5
Kondisi Pembebanan 4	4723,8	5194,9

#### 4.2.3 Penulangan Pelat Lantai

Dengan penulangan statika menggunakan software STAAD PRO V8i didapat momen maximum pada kondisi II

##### Kontrol momen negatif (-)

$$M_{\max} = 5552,7 \text{ Kg.m} = 55,527 \text{ KN.m}$$

$$\text{Jadi, } M_u = 55.527.000 \text{ Nmm}$$

Direncanakan tulangan D13

$$d = 250 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 13 = 203,6 \text{ mm}$$

$$d' = 250 - 203,6 = 46,4 \text{ mm}$$

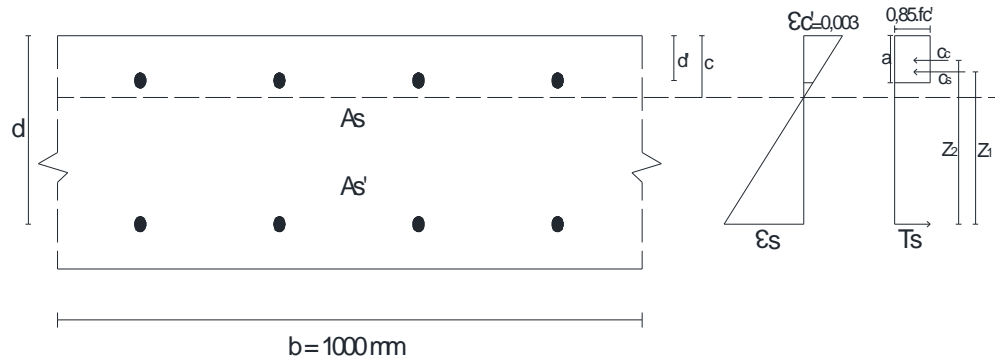
Diambil D13 dengan jarak 200 mm

$$A_s = (1/4 \times \pi \times 13^2 \times 1000) / 200 = 663,325 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_{s'} = 663,325 \text{ mm}^2$$

### Mencari letak garis netral:

Dimisalkan garis netral > d' :



$$f_s' = \frac{c-d'}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{c-d'}{c} \times 0,003 \times 210000 = \frac{c-d'}{c} \times 600$$

$$f_s = \frac{d-c}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{d-c}{c} \times 0,003 \times 210000 = \frac{d-c}{c} \times 600$$

$$(f'c > 30, \beta = 0,85 - (f'c - 30) 0,005/7)$$

$$\beta = 0,85 - (35 - 30) 0,005/7$$

$$\beta = 0,84642857 \text{ dibulatkan 2 angka dibelakang koma } 0,85$$

$$\sum H = 0$$

$$C_c + C_s - T_s = 0$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b + A_s' \cdot (f_s' - 0,85 \cdot f_c') - A_s \cdot f_s = 0$$

$$(0,85 \cdot 35 \cdot 0,85 \cdot 1000)c + 663,325 \cdot \left(\frac{c-d'}{c} \times 600 - 0,85 \cdot f_c'\right) - 663,325 \cdot \frac{d-c}{c} \times 600$$

$$= 0$$

$$25287,5 \cdot c + 663,325 \left( \frac{c-46,4}{c} \times 600 - 0,85 \cdot 35 \right) \cdot -663,325 \cdot \frac{203,6-c}{c} \times 600$$

$$= 0$$

$$25287,5 \cdot c + \left( \frac{378261,081c - 18466968}{c} \right) - \left( \frac{81031782 - 397995c}{c} \right) \cdot = 0$$

$$\left( 25287,5 \cdot c + \left( \frac{378261,081c - 18466968}{c} \right) - \left( \frac{81031782 - 397995c}{c} \right) \right) \times c = 0$$

$$25287,5 \cdot c^2 + 378261,081c - 18466968 - 81031782 + 397995c = 0$$

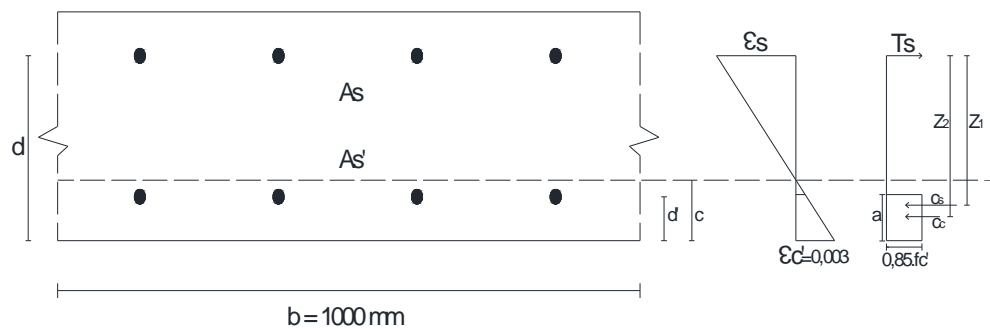
$$25287,5 \cdot c^2 + 776256,081c - 99498750 = 0$$

Dengan menggunakan kalkulator program didapat :

$$c1 = 49,229 \text{ mm}$$

$$c2 = -79,926 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \text{ atau } a = \beta_1 \cdot c = 0,85 \cdot 49,229 = 41,845 \text{ mm}$$



Selanjutnya dihitung nilai-nilai :

$$f_s' = \frac{c-d'}{c} \times 600 = \frac{49,229-46,4}{49,229} \times 600 = 34,480 \text{ Mpa} < f_y = 390 \text{ Mpa}$$

karena  $f_s' < f_y$ , maka dipakai  $f_s' = 34,480 \text{ Mpa}$

$$f_s = \frac{d-c}{c} \times 600 = \frac{203,6-49,229}{49,229} \times 600 = 1881,464 \text{ Mpa} > f_y = 390 \text{ Mpa}$$

karena  $f_s > f_y$ , maka dipakai  $f_y = 390 \text{ Mpa}$

$$\begin{aligned} T_s &= A_s \times f_s \\ &= 663,325 \times 390 \\ &= 258696,75 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \times f_c' \times a \times b \\ &= 0,85 \times 35 \times 41,845 \times 1000 \\ &= 1244888,750 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= A_s' \times (f_s' - 0,85 f_c') \\ &= 663,325 \times (34,480 - 0,85 \times 35) \\ &= 3137,527 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_1 &= d - \left( \frac{1}{2} \times a \right) \\ &= 203,6 - \left( \frac{1}{2} \times 41,845 \right) \\ &= 182,678 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_2 &= d - d' \\ &= 203,6 - 46,4 \end{aligned}$$

$$= 157,2 \text{ mm}$$

Karena  $a < d$  , maka :

$$M_n = C_c \times Z_1 + C_s \times Z_2$$

$$= (1244888,750 \times 182,678) + (3137,527 \times 157,2)$$

$$= 227413787,1 + 493219,244$$

$$= 227907006,3 \text{ Nmm} = 227,907 \text{ kNm}$$

$$M_r = \Phi \times M_n$$

$$= 0,85 \times 227,907$$

$$= 193,721 \text{ kNm}$$

Kontrol

$$M_r > M_u$$

$$193,721 \text{ kNm} > 55,527 \text{ kNm}$$

Jadi dipakai tulangan rangkap : D13 – 200 mm ( untuk tulangan tarik)

D13 – 200 mm ( untuk tulangan tekan)

Direncanakan menggunakan tulangan bagi D 13 mm

$$A_{s_{\text{bagi}}} = 20\% \cdot A_{s_{\text{perlu}}}$$

$$= 0,2 \cdot 565,2 = 113,040 \text{ mm}^2$$



Jumlah tulangan bagi tiap meter (n)

$$n = \frac{A_{s_{\text{bagi}}}}{A_{s_{\text{ada}}}} = \frac{113,040}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 13^2} = 1,000 \sim 4 \text{ tulangan}$$

$$S = \frac{b \text{ ditinjau}}{n} = \frac{1000}{4} = 250 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan : D13 – 250 mm

#### **Kontrol momen positif (+)**

$$M_{\text{max}} = 4723,8 \text{ Kg.m} = 47,238 \text{ KN.m (kondisi pembebanan IV)}$$

$$\text{Jadi, } \mu = 47.238.000 \text{ Nmm}$$

$$\text{Jadi, } \mu = 44.121.000 \text{ Nmm}$$

Direncanakan tulangan D 13

$$d = 250 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 13 = 203,6 \text{ mm}$$

$$d' = 250 - 203,6 = 46,4 \text{ mm}$$

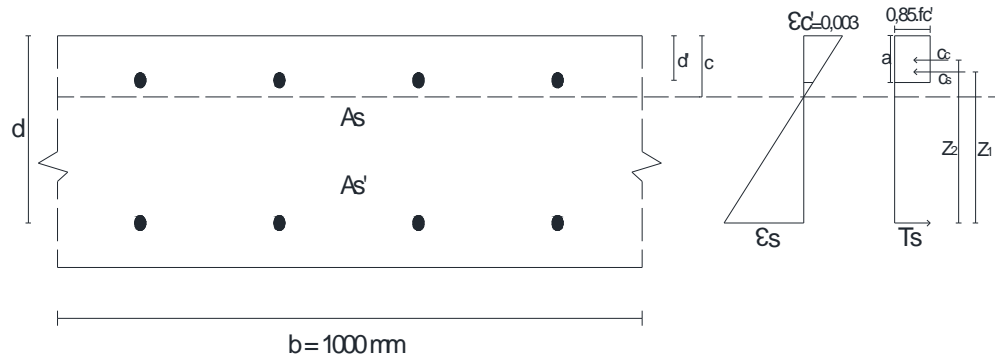
Diambil D13 dengan jarak 200 mm

$$A_s = (1/4 \times \pi \times 13^2 \times 1000)/200 = 663,325 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_{s'} = 663,325 \text{ mm}^2$$

**Mencari letak garis netral:**

Dimisalkan garis netral > d' :



$$f_s = \frac{c-d'}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{c-d'}{c} \times 0,003 \times 210000 = \frac{c-d'}{c} \times 600$$

$$f_s' = \frac{d-c}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{d-c}{c} \times 0,003 \times 210000 = \frac{d-c}{c} \times 600$$

$$(f'c > 30, \beta = 0,85 - (f'c - 30) 0,005/7)$$

$$\beta = 0,85 - (35 - 30) 0,005/7$$

$$\beta = 0,84642857 \text{ dibulatkan 2 angka dibelakang koma } 0,85$$

$$\sum H = 0$$

$$C_c + C_s - T_s = 0$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b + A_s \cdot (f_s - 0,85 \cdot f_c') - A_s' \cdot f_s' = 0$$

$$(0,85 \cdot 35 \cdot 0,85 \cdot 1000)c + 663,325 \cdot \left(\frac{c-46,4}{c} \times 600 - 0,85 \cdot f_c'\right) - 663,325 \cdot \frac{d-c}{c} \times 600$$

$$= 0$$

$$25287,5 \cdot c + 663,325 \left(\frac{c-46,4}{c} \times 600 - 0,85 \cdot 35\right) - 663,325 \cdot \frac{203,6-c}{c} \times 600 = 0$$

$$25287,5 \cdot c + \left( \frac{378261,081c - 18466968}{c} \right) - \left( \frac{81031782 - 397995c}{c} \right) = 0$$

$$\left( 25287,5 \cdot c + \left( \frac{378261,081c - 18466968}{c} \right) - \left( \frac{81031782 - 397995c}{c} \right) \right) \times c = 0$$

$$25287,5 \cdot c^2 + 378261,081c - 18466968 - 81031782 + 397995c = 0$$

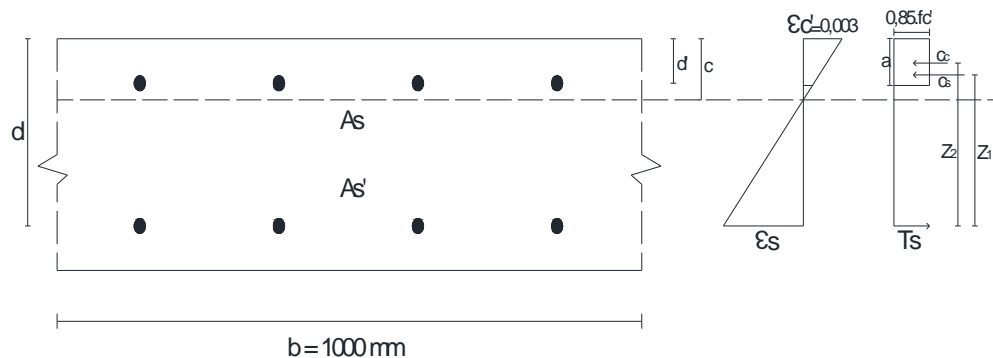
$$25287,5 \cdot c^2 + 776256,081c - 99498750 = 0$$

Dengan menggunakan kalkulator program didapat :

$$c_1 = 49,229 \text{ mm}$$

$$c_2 = -79,926 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \text{ atau } a = \beta_1 \cdot c = 0,85 \cdot 49,229 = 41,845 \text{ mm}$$



Selanjutnya dihitung nilai-nilai :

$$f_s = \frac{c-d'}{c} \times 600 = \frac{49,229-46,4}{49,229} \times 600 = 34,480 \text{ Mpa} < f_y = 390 \text{ Mpa}$$

karena  $f_s < f_y$ , maka dipakai  $f_s' = 34,480 \text{ Mpa}$

$$f_s' = \frac{d-c}{c} \times 600 = \frac{203,6-49,229}{49,229} \times 600 = 1881,464 \text{ Mpa} > f_y = 390 \text{ Mpa}$$

karena  $f_s > f_y$ , maka dipakai  $f_y = 390 \text{ Mpa}$

$$T_s = A_s' \times f_s'$$

$$= 663,325 \times 390$$

$$= 258696,75 \text{ Nmm}$$

$$C_c = 0,85 \times f_c' \times a \times b$$

$$= 0,85 \times 35 \times 41,845 \times 1000$$

$$= 1244888,750 \text{ N}$$

$$C_s = A_s (f_s - 0,85 f_c')$$

$$= 663,325 \times (34,480 - 0,85 \times 35)$$

$$= 3137,527 \text{ N}$$

$$Z_1 = d - \left( \frac{1}{2} \times a \right)$$

$$= 203,6 - \left( \frac{1}{2} \times 41,845 \right)$$

$$= 182,678 \text{ mm}$$

$$Z_2 = d - d'$$

$$= 203,6 - 46,4$$

$$= 157,2 \text{ mm}$$

Karena  $a < d$ , maka :

$$\begin{aligned}
M_n &= C_c \times Z_1 + C_s \times Z_2 \\
&= (1244888,750 \times 182,678) + (3137,527 \times 157,2) \\
&= 227413787,1 + 493219,244 \\
&= 227907006,3 \text{ Nmm} = 227,907 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_r &= \Phi \times M_n \\
&= 0,85 \times 227,907 \\
&= 193,721 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

Kontrol

$$M_r > M_u$$

$$193,721 \text{ kNm} > 47,238 \text{ kNm}$$

Jadi dipakai tulangan rangkap : D13 – 200 mm ( untuk tulangan tarik)

D13 – 200 mm ( untuk tulangan tekan)

Direncanakan menggunakan tulangan bagi D 13 mm

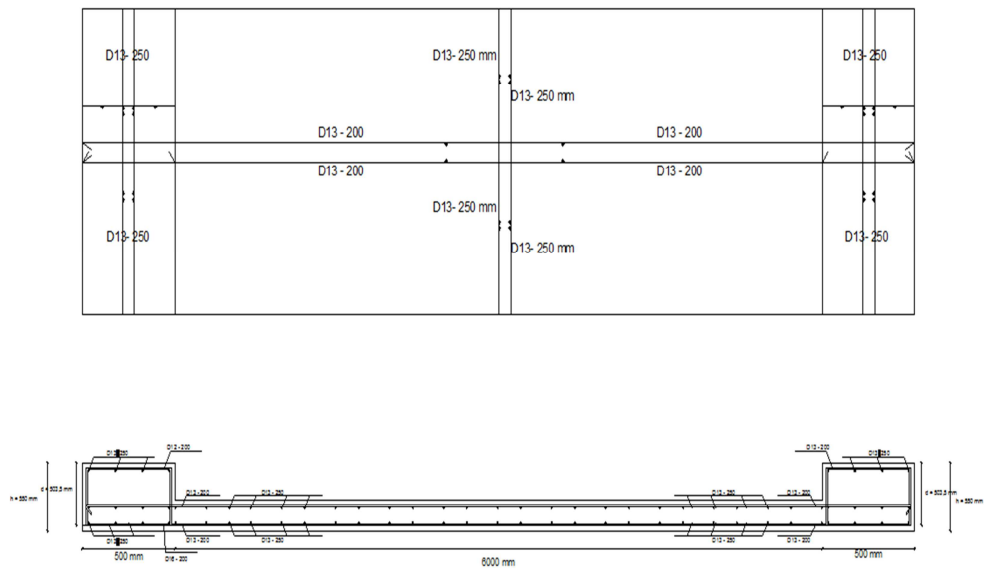
$$\begin{aligned}
A_{s_{\text{bagi}}} &= 20\% \cdot A_{s_{\text{perlu}}} \\
&= 0,2 \cdot 565,2 = 113,040 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

Jumlah tulangan bagi tiap meter (n)

$$n = \frac{A_{s_{\text{bagi}}}}{A_{s_{\text{ada}}}} = \frac{113,040}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 13^2} = 1,000 \sim 4 \text{ tulangan}$$

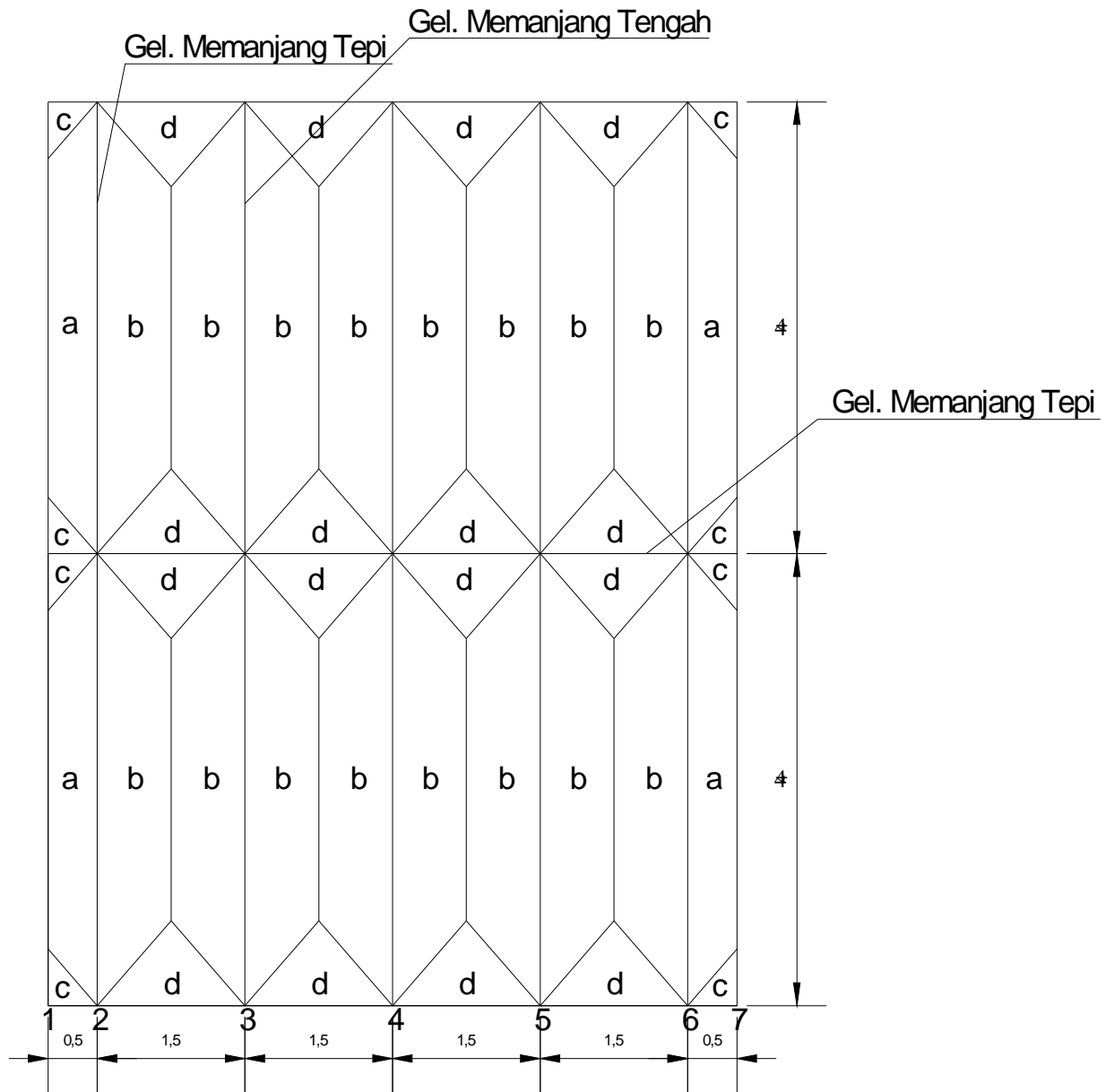
$$S = \frac{b \text{ ditinjau}}{n} = \frac{1000}{4} = 250 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan : D13 – 250 mm



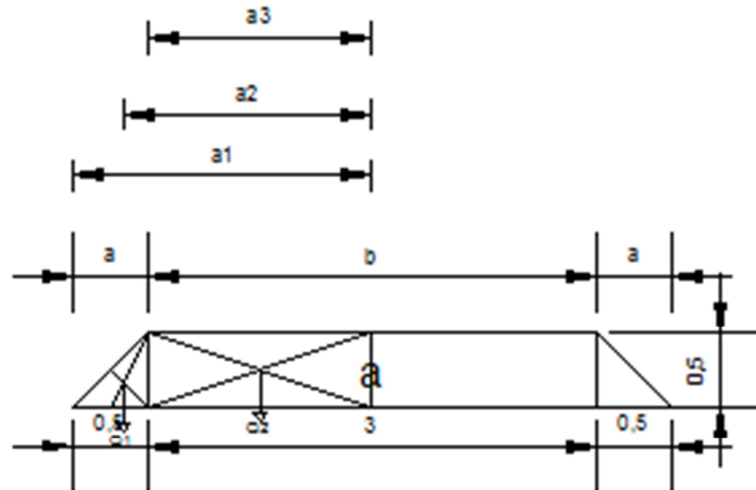
*Gambar 4.5 Penulangan Plat Lantai Kendaraan dan Trotoar*

### 4.3 Perataan Beban



Gambar 4.7 Perataan Beban Plat lantai kendaraan dan Trotoar

✚ Perataan Beban Tipe a



$$Q_1 = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0,125 \qquad a_1 = (0,5 + \frac{1}{2} \cdot 3) = 2 \text{ m}$$

$$Q_2 = (\frac{3}{2}) \cdot 0,5 = 0,75 \qquad a_2 = (\frac{1}{3} \cdot 0,5 + \frac{1}{2} \cdot 3) = 1,6 \text{ m}$$

$$R_A = R_B = Q_1 + Q_2 \qquad a_3 = \frac{1}{4} \cdot 3 = 0,75 \text{ m}$$

$$= 0,125 + 0,75 = 0,875$$

$$M_1 = (R_A \times a_1) - [(Q_1 \times a_2) + (Q_2 \times a_3)]$$

$$= (0,875 \times 2) - [(0,125 \times 1,6) + (0,75 \times 0,75)]$$

$$= 0,9875$$

$$M_{II} = \frac{1}{8} \cdot h \cdot l^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h \cdot 4^2 = 2 h$$

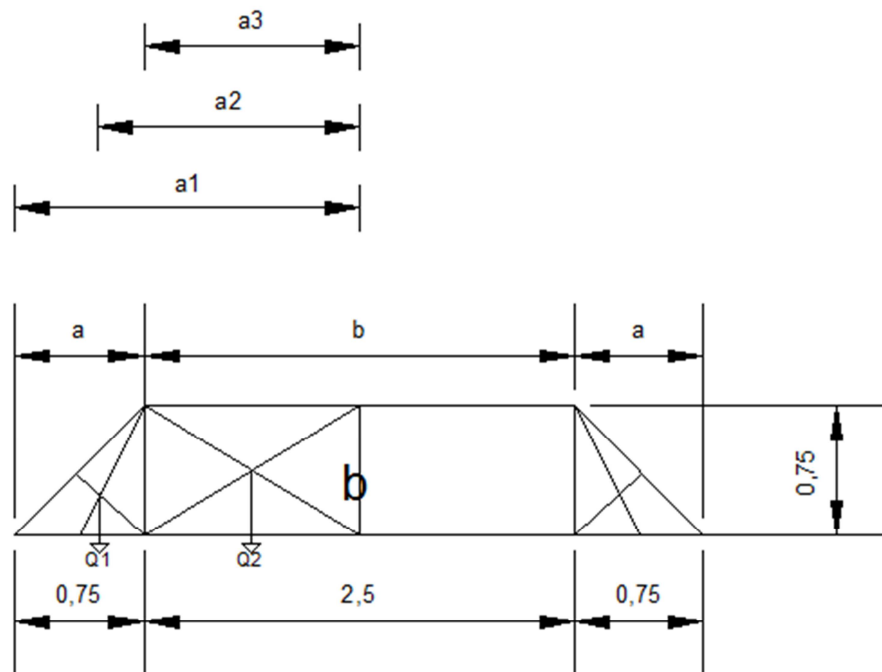


$$M_I = M_{II}$$

$$0,9875 = 2 h$$

$$h = 0,4937 \text{ m}$$

✚ Perataan Beban Tipe b



$$Q_1 = \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot 0,75 = 0,28125 \quad a_1 = (0,75 + \frac{1}{2} \cdot 2,5) = 2 \text{ m}$$

$$Q_2 = (2,5/2) \cdot 0,75 = 0,9375 \quad a_2 = (\frac{1}{3} \cdot 0,75 + \frac{1}{2} \cdot 2,5) = 1,5 \text{ m}$$

$$R_A = R_B = Q_1 + Q_2 \quad a_3 = \frac{1}{4} \cdot 2,5 = 0,625 \text{ m}$$

$$= 0,28125 + 0,9375 = 1,219$$

$$M_I = (R_A \times a_1) - [(Q_1 \times a_2) + (Q_2 \times a_3)]$$

$$= (1,219 \times 2) - [(0,28125 \times 1,5) + (0,9375 \times 0,625)]$$

$$= 1,42969$$

$$M_{II} = 1/8 \cdot h \cdot l^2$$

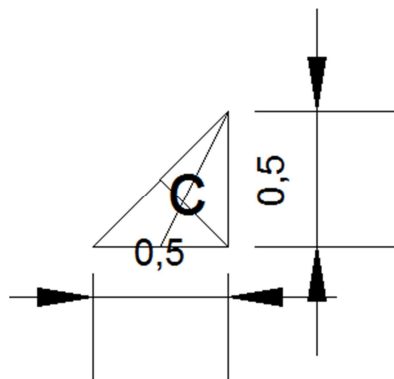
$$= 1/8 \cdot h \cdot 4^2 = 2 h$$

$$M_I = M_{II}$$

$$1,42969 = 2 h$$

$$h = 0,7148 \text{ m}$$

✚ Perataan Beban Tipe c



$$Q = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0,125$$

$$R_A = R_B = 0,125$$

$$M_I = (R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,5) - (Q \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,25)$$

$$= (0,125 \times \frac{1}{2} \times 0,50) - (0,125 \times \frac{1}{3} \times 0,50)$$

$$= 0,0313 - 0,0208$$

$$= 0,0105$$

$$M_{II} = 1/8 \cdot h \cdot l^2$$

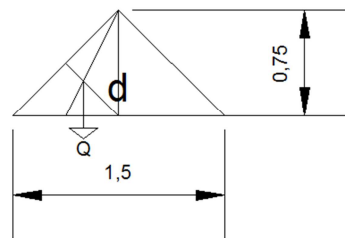
$$= 1/8 \cdot h \cdot 0,5^2 = 0,0313 h$$

$$M_I = M_{II}$$

$$0,0105 = 0,0313 h$$

$$h = 0,335 \text{ m}$$

🚦 Perataan Beban Tipe d



$$Q = \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot 0,75 = 0,2813$$

$$R_A = R_B = 0,2813$$

$$M_I = (R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,5) - (Q \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,75)$$

$$= (0,2813 \cdot 0,75) - (0,2813 \cdot 0,25)$$

$$= 0,1406$$

$$M_{II} = 1/8 \cdot h \cdot l^2$$

$$= 1/8 \cdot h \cdot 1,1,5^2 = 0,28125 h$$

$$M_I = M_{II}$$

$$0,1406 = 0,28125 h$$

$$h = 0,49991 \text{ m}$$

#### 4.4. Perencanaan Gelagar Memanjang

- ✓ Jarak gelagar memanjang = 1,5 m
- ✓ Jarak gelagar melintang = 4,0 m
- ✓ Q plat lantai kendaraan = 1034,928 kg/m<sup>2</sup>
- ✓ Q plat trotoir = 1970,928 kg/m<sup>2</sup>

##### 4.1.1 Perhitungan pembebanan

###### a. Beban Mati

- ✓ Akibat berat lantai trotoir (untuk gelagar tepi) → Line 1

$$q_u = (\text{perataan beban tipe A} \times q \text{ plat trotoir}) + (\text{Perataan beban tipe B} \times q \text{ Plat lantai kendaraan})$$

$$q_u = (0,4937 \times 1970,928) + (0,7148 \times 1034,928)$$

$$q_u = 1712,814 \text{ kg/m}$$

- ✓ Akibat berat lantai kendaraan (untuk gelagar tengah) → Line 3

$$q_u = (2 \times \text{perataan beban tipe B} \times q \text{ plat lantai kendaraan})$$

$$q_u = (2 \times 0,7148 \times 1034,928)$$

$$q_u = 1479,53 \text{ kg/m}$$

b. Beban Hidup “D”

Beban lajur “D” terdiri dari beban tersebar merata (UDL) yang digabung dengan beban garis (KEL). Beban terbagi rata UDL mempunyai intensitas  $q$  kPa, dimana besarnya  $q$  tergantung pada panjang total yang dibebani  $L$  sebagai berikut :

$$L = 40 \text{ m} \rightarrow L \geq 30 \text{ m (RSNI T – 02 – 2005, halaman : 18)}$$

$$\begin{aligned} q &= 9 \cdot \left( 0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{ kPa} \\ &= 9 \cdot \left( 0,5 + \frac{15}{40} \right) \text{ kPa} \\ &= 7,87 \text{ kPa} = 787 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

✓ Muatan terbagi rata ; faktor beban 1,8 (RSNI T – 02 – 2005, halaman : 18)

$$q = 787 \text{ kg/m}^2$$

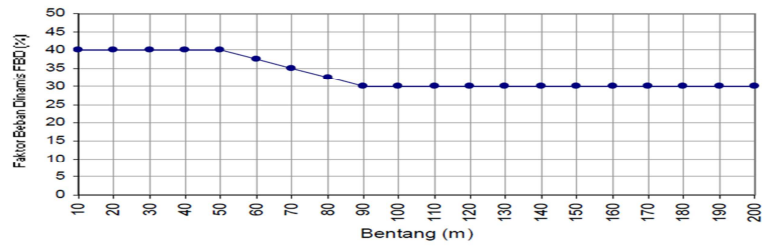
✓ Akibat beban garis  $P = 49 \text{ kN/m} = 4900 \text{ kg/m}$  ; faktor beban 1,8 (RSNI T – 02 – 2005, halaman : 18)

$$P_u = 4900 \times 1,8$$

$$= 8820 \text{ kg/m}$$

✓ Faktor beban dinamis / koefisien kejut

Berdasarkan RSNI-T-02-2005, halaman : 25, nilai dari factor beban dinamis tergantung pada panjang bentangan jembatan ( $L$ ).



Gambar 4.7 Faktor beban dinamis untuk BGT untuk pembebanan lajur “D”

Untuk  $L \leq 50$  m,  $L = 40$  maka :  $\longrightarrow$  FBD = 0,4

Maka :  $k = 1 + DLA$

$$= 1 + 0,40 = 1,40$$

Perbandingan beban hidup gelagar akibat lajur “D” :

1) Gelagar tepi

$qL = (\text{beban hidup trotoir} \times \text{tinggi perataan tipe A} \times \text{tinggi perataan tipe B} \times \text{faktor beban})$

$$= (500 \times 0,4937 \times 0,7148 \times 1,8) = 317,607 \text{ kg/m}$$

2) Gelagar tengah

$$q_u = \left( \frac{787}{2,75} \right) \times (2 \times \text{perataan tipe B}) \times 1,8$$

$$= \left( \frac{787}{2,75} \right) \times (2 \times 0,7148) \times 1,8$$

$$= 736,42 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}
 P_u &= \left( \frac{8820}{2,75} \right) \times (0,728 + 0,728) \times k \\
 &= 3207,30 \times 1,456 \times 1,40 \\
 &= 6537,760 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

#### 4.3.1. Perhitungan Statika

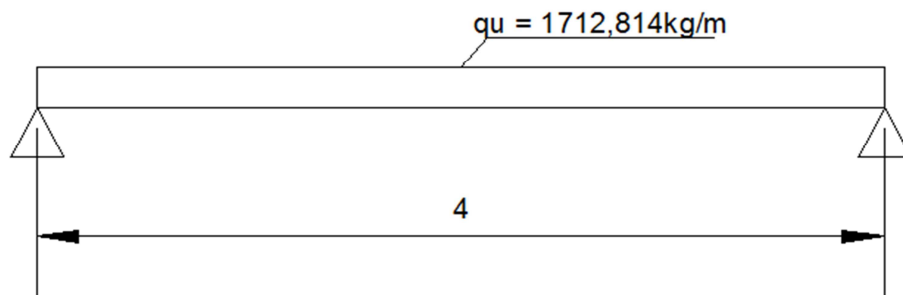
Merupakan perhitungan momen yang terjadi ditengah-tengah gelagar memanjang.

##### a. Gelagar tepi

✓ Akibat beban mati

$q_u$  = beban mati akibat berat lantai kendaraan untuk gelagar tepi

$$= 1712,814 \text{ kg/m}$$

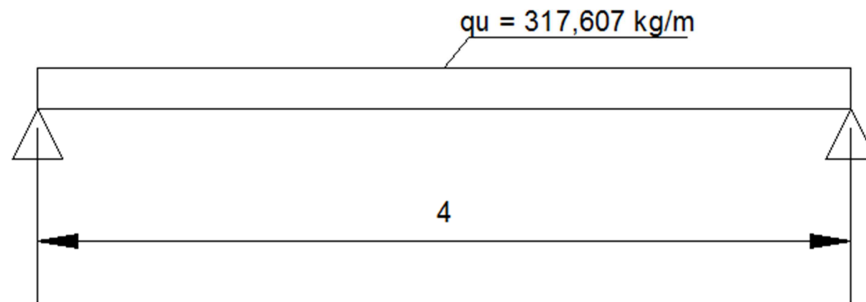


$$\begin{aligned}
 R_A = R_B &= \frac{1}{2} \cdot 1712,814 \cdot 4,0 \\
 &= 3425,628 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_u &= \frac{1}{8} \cdot q_u \cdot l^2 \\
 &= \frac{1}{8} \cdot 1712,814 \cdot 4^2
 \end{aligned}$$

$$= 3425,628 \text{ kgm}$$

✓ Akibat beban hidup



$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \cdot 317,607 \cdot 4,0$$

$$= 635,214 \text{ kg}$$

$$M_u = \frac{1}{8} \cdot q_u \cdot l^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 317,607 \cdot 4^2$$

$$= 635,214 \text{ kgm}$$

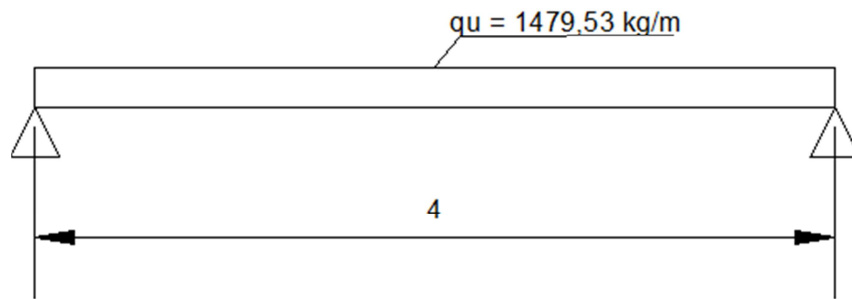
b. Gelagar tengah

✓ Akibat beban mati

$q_u$  = beban mati akibat berat lantai kendaraan untuk gelagar tengah

$$= 1479,53 \text{ kg/m}$$





$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \cdot 1479,53 \cdot 4,0$$

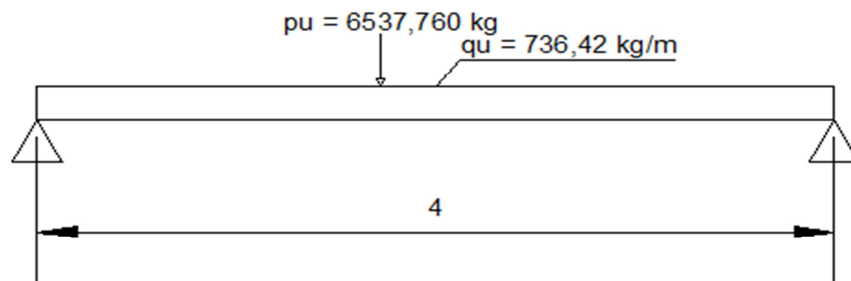
$$= 2959,06 \text{ kg}$$

$$M_u = \frac{1}{8} \cdot q_u \cdot l^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 1479,53 \cdot 4^2$$

$$= 2959,06 \text{ kgm}$$

✓ Akibat beban lajur “D”



$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \cdot [(736,42 \cdot 4,0) + 6537,760]$$

$$= 4741,72 \text{ kg}$$

$$M_u = (\frac{1}{8} \cdot q_u \cdot l^2) + (\frac{1}{4} \cdot P_u \cdot l)$$

$$= (\frac{1}{8} \cdot 736,42 \cdot 4^2) + (\frac{1}{4} \cdot 6537,760 \cdot 4)$$

$$= 8010,6 \text{ kgm}$$

Momen total :

$$\text{a. Untuk gelagar tepi, } Mu_{\text{tepi}} = 3425,638 + 635,214$$

$$= 4060,852 \text{ kgm}$$

$$\text{b. Untuk gelagar tengah, } Mu_{\text{tengah}} = 2959,06 + 8010,6$$

$$= 10969,66 \text{ kgm}$$

Jadi, diambil nilai momen terbesar yaitu  $Mu_{\text{tengah}} = 10969,66 \text{ kgm}$ .

Gaya Geser Total

$$\text{a. Gelagar tepi, } V_{\text{tepi}} = 3425,638 + 635,214 = 4060,852 \text{ kg}$$

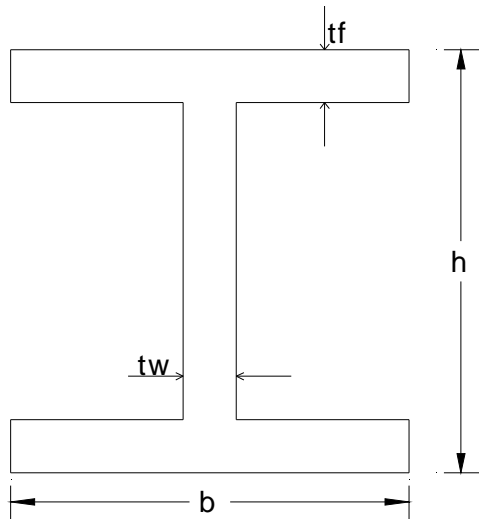
$$\text{b. Gelagar tengah, } V_{\text{tengah}} = 2959,06 + 4741,72 = 7700,78 \text{ kg}$$

Jadi, diambil nilai gaya geser terbesar yaitu  $V_{\text{tengah}} = 7700,78 \text{ kg}$ .

#### 4.4.3 .Perencanaan dimensi gelagar memanjang

##### A. Penentuan dimensi profil gelagar memanjang

Direncanakan baja WF 300 x 150 x 5,5 x 8 (*tabel profil baja WF berdasarkan metode LRFD dan SNI 03 – 1729 – 2002, Penerbit : ITS*)



$$G = 32 \text{ kg/m}$$

$$\sigma = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = 40,8 \text{ cm}^2$$

$$h = 298 \text{ mm}$$

$$I_x = 6320 \text{ cm}^4$$

$$tw = 5,5 \text{ mm}$$

$$I_y = 442 \text{ cm}^4$$

$$tf = 8 \text{ mm}$$

$$rx = 12,4 \text{ cm}$$

$$ry = 3,29 \text{ cm}$$

$$r = 13 \text{ cm}$$

$$Z_x = 313 \text{ cm}^3$$

$$Z_y = 59,3 \text{ cm}^3$$

$$b = 149 \text{ mm}$$

## B. Desain balok sebelum komposit

Syarat pemilihan profil berdasarkan metode LRFD

$$M_u \leq \Phi M_n \quad (\text{Sumber : RSNI T - 02 - 2005, halaman : 30})$$

Dimana :

$M_u$  = kuat lentur rencana (kgcm)

$M_n$  = kuat lentur nominal penampang (kgcm)

$\Phi$  = faktor reduksi kekuatan batang lentur (0,9)

✓ Mencari nilai  $M_u$

$$M_{u(\text{Profil WF})} = \frac{1}{8} \cdot G \cdot l^2 \cdot \text{faktor beban (untuk baja = 1,1)}$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 32 \cdot 4^2 \cdot 1,1$$

$$= 70,4 \text{ kgm}$$

$$M_u \text{ total} = 70,4 + 10969,66$$

$$= 11.040,06 \text{ kgm}$$

$$= 1.104.006,0 \text{ kgcm}$$

$$M_u = 1.104.006,0 \text{ kgcm}$$

✓ Kontrol kelangsingan dan kekompakan penampang

Kontrol kelangsingan penampang ( Berdasarkan RSNI T – 03 – 2005, hal 31)

$$\lambda_f = \frac{b}{2t_f}$$

$$\lambda_f = \frac{250}{2 \times 14} = 8,9$$

$$\lambda_f = 0,38x \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_f = 0,38x \sqrt{\frac{2,1 \times 10^5}{290}} = 10,22$$

$$\lambda_w = \frac{b}{2t_w}$$

$$\lambda_w = \frac{250}{2 \times 9} = 13,8$$

$$\lambda_w = 1,76x \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_w = 1,76 \sqrt{\frac{2,1 \times 10^5}{290}} = 47,36$$

Persyaratan penampang kompak (Berdasarkan RSNI T– 03 – 2005, hal 31) :

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$\checkmark \quad \lambda_f \leq \lambda_p = 8,9 \leq 10,2 \dots \text{OK}$$

$$\checkmark \quad \lambda_w \leq \lambda_p = 13,8 \leq 47,36 \dots \text{OK}$$

Penampang Kompak !!!

▪ **Desain balok sesudah komposit**

Lebar efektif pelat beton ( bE ) untuk gelagar interior ( plat menumpu pada kedua sisi ) :

$$L = 4 \text{ m} = 400 \text{ cm}$$

$$Bo = 1.5 \text{ m} = 150 \text{ cm ( jarak antara gelagar memanjang )}$$

$$bE \leq \frac{L}{4} = \frac{400}{4} = 100 \text{ cm}$$

$$bE \leq bo = 150 \text{ cm}$$

$$bE \leq bf + 16.ts = 15 + 16 \times 25 \\ = 415 \text{ cm}$$

Diambil nilai bE yang terkecil = 100 cm, maka bE ditransformasikan menjadi

$$bE = \frac{bE}{n}$$

**Elastisitas :**

$$E_{\text{beton}} = 4700\sqrt{f_c}$$

$$= 4700\sqrt{35}$$

$$= 27805.575 \text{ MPa}$$

$$E_{\text{baja}} = 2100000 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 210000 \text{ M.Pa}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$= \frac{210000}{27805.575}$$

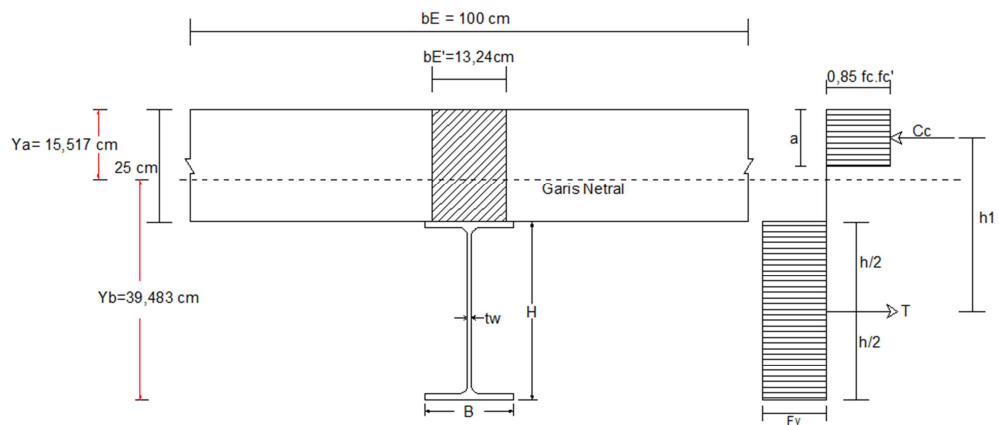
$$= 7.552$$

$$bE = \frac{100}{7.552}$$

$$= 13,243 \text{ cm}$$

( Sumber : CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*,  
Jilid III, 1992 : 582 )

▪ **Kontrol kekuatan penampang**



Tabel 4.2 Menentukan letak garis netral :

NO	Luas penampang A ( $\text{cm}^2$ )	Lengan Momen Y ( cm )	Statis Momen A . Y ( $\text{cm}^3$ )
1	Beton = $13,243 \times 25$ = 331,081	$\frac{25}{2} = 12,5$	4137,5
2	Baja = 40,8	$\frac{30}{2} + 25 = 40$	1632
	$\Sigma A = 371,875$		$\Sigma A.Y = 5770,43$

Diukur dari bagian atas plat

$$Y_a = \frac{\sum A.Y}{\sum A}$$

$$= \frac{5770,43}{371,875}$$

$$= 15,517 \text{ cm}$$

$$Y_b = t + h - Y_a$$

$$= 25 + 30 - 15,517$$

$$= 39,483 \text{ cm}$$

Table 4.3 Menentukan momen inersia beton dan baja :

NO	A ( cm <sup>2</sup> )	Y ( cm )	Io (cm <sup>4</sup> )	D (cm)	Io+Ad <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )
1	331,081	$\frac{25}{2} = 12,5$	$\frac{1}{12} \times 13,243 \times 25^3$ = 17243,489	16,588-12.5 =4,088	20257,32
2	40,8	$\frac{30}{2} + 25 =$ ,3	6320	39,483- (30/2) = 24,48	30775,94
ΣA =	383,761			Σ Ix =	51033,26

Karena  $Y_a = 15,517 \text{ cm} < \text{tebal plat beton}$  maka garis netral terletak pada plat beton.

Berdasarkan persamaan keseimbangan Gaya C = T, maka diperoleh :

$$a = \frac{A_s \cdot f_s}{0,85 \cdot f'_{c.be}}$$

$$= \frac{4080 \cdot 390}{0,85 \cdot 35 \cdot 1000}$$

$$= 53,486 \text{ mm} < \text{Tebal plat (tc)} = 250 \text{ mm}$$



Karena nilai  $a < t$  tebal pelat maka plat beton mampu mengimbangi gaya tarik  $A_s \cdot f_s$  yang timbul pada baja.

✚ Tegangan tekan pada serat beton

$$\begin{aligned} C_c &= 0.85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \cdot E \\ &= 0.85 \times 35 \times 53,486 \times 1000 \\ &= 1.591.208,5 \text{ N} \end{aligned}$$

✚ Tegangan tarik pada serat baja

$$\begin{aligned} T &= A_s \cdot f_y \\ &= 4080 \times 290 \\ &= 1.183.200 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka kuat lentur nominal dari komponen struktur komposit adalah

$$\begin{aligned} M_n &= a_s \cdot f_y \left( \frac{d}{2} + t - \frac{a}{2} \right) \\ &= 1183200 \times \left( \frac{300}{2} + 250 - \frac{53,48}{2} \right) \\ &= 441637851,4 \text{ Nmm} \\ &= 4416378,514 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

( Sumber : CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid III, 1992 : 589 )

$$M_n \Phi = 4416378,514 \times 0,9 = 3974740,663 \text{ kgcm}$$

$$M_n \Phi = 3974740,663 \text{ kgcm} > M_u = 1106074,0 \text{ kgcm} \dots\dots\dots \text{OK}$$

▪ **Kontrol terhadap kapasitas geser**

Gaya geser rencana :

$$V_{total}^u = 7700,78 \text{ kg}$$

Kapasitas geser penampang :

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w \quad (\text{Sumber : RSNIT - 03 - 2005, halaman : 40})$$

$$= 0,6 \times 2900 \times ((30 - 2,0,8) \times 0,5))$$

$$= 24708 \text{ kg}$$

$$V_n = 24708 \text{ kg} > V_u = 7700,78 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

▪ **Kontrol Lendutan**

$$L = 4,00 \text{ m} = 400 \text{ cm}$$

(CG. Salmon, "Struktur Baja II, Hal : 393 )

🚧 Lendutan ada

$$f_{ada} = \frac{5 \cdot Q_u \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x}$$

$$= \frac{5 \times (17,12 + 3,2 + 14,79) 400^4}{384 \times 2100000 \times 51033,26} + \frac{6537,766 \times 400^3}{48 \times 2100000 \times 51033,26}$$

$$= 0,9 \text{ cm}$$

$$\text{Kontrol : } f_{ijin} = 0,9 \text{ cm} > f_{ada} = 0,14 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK!!!}$$

#### 4.2.2.2 Perencanaan *shear conector*

Balok induk Memanjang

Dipakai : Stud  $\Phi$  = 19,05 mm dengan tinggi 150 mm

:  $F_y$  = 350 Mpa.

$$A_{sc} = \frac{1}{4}\pi d^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 19,05^2$$

$$= 284,878 \text{ mm}^2$$

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c}$$

$$= 4700 \cdot \sqrt{35}$$

$$= 27805,6 \text{ Nmm}$$

✚ Perhitungan Gaya Geser Horizontal ( $V_h$ )

$$V_h = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot E$$

$$= 0,85 \times 35 \times 53,48 \times 132,4$$

$$= 210674,88 \text{ N}$$

$$V_h = C_{\max} = 210674,88 \text{ N}$$

✚ Tegangan tarik pada serat baja

$$T = A_s \cdot f_y$$

$$= 4080 \times 290$$

$$= 1183200 \text{ N}$$

$C_{max} = 210674,88 \text{ N} < T_{max} = 1183200 \text{ N}$ , maka gaya geser yang dipikul oleh konektor geser adalah 210674,88 N.

✚ Kekutan geser satu stuud ( $Q_n$ ) :

$$\begin{aligned} Q_n &= 0,5 \times A_{sc} \times \sqrt{f'_c \cdot E_c} \\ &= 0,5 \times 284,87 \times \sqrt{35 \times 27805,6} \\ &= 140513,12 \text{ N} \end{aligned}$$

✚ Jumlah stuud

$$\begin{aligned} N_1 &= \frac{V_h}{Q_n} = \frac{V_h}{A_{sc} f_u} \\ &= \frac{210674,88}{140513,12} \\ &= 1,49 \sim 8 \text{ buah (Untuk } \frac{1}{2} \text{ bentang)} \end{aligned}$$

Untuk keseluruhan bentang dipasang 16 buah stud

( Sumber : CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid III, 1992 : 595 )

✚ Jarak konektor geser yang harus dipasang pada gelagar memanjang adalah:

✓ Jarak minimum longitudinal :

$$\begin{aligned} S_{min} &= 6 \times d = 6 \times 19,05 \\ &= 114 \text{ mm} \\ &= 15 \text{ cm} \end{aligned}$$

- Jarak maximum longitudinal :

$$\begin{aligned} S_{\max} &= 8 \times t \text{ ( plat beton )} \\ &= 8 \times 25 \\ &= 200 \text{ cm} \end{aligned}$$

- Jarak transversal ( jarak minimum tegak lurus sumbu longitudinal ) :

Digunakan sebagai jarak antar baris stud :

$$\begin{aligned} 4 \times d &= 4 \times 19,05 \\ &= 76,2 \text{ mm} \\ &= 7 \text{ cm} \end{aligned}$$

digunakan jarak 10 cm

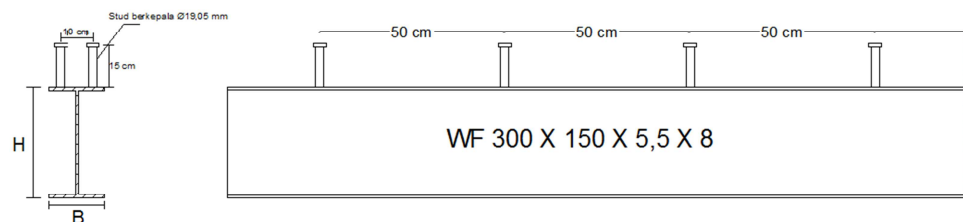
- Daerah lapangan

Karena stud dipasang dua baris maka, jumlah stud pada baris pertama

= 8 stud.

$$\text{Jarak antar stud } s = \frac{200}{4} = 50 \text{ cm}$$

( Sumber : CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid III, 1992 : 609 )



Gambar 4.8 Pemasangan Stud pada Gelagar Memanjang

## 4.5 Perhitungan Gelagar Melintang

### 4.5.1 Perhitungan Pembebanan

#### 1. Beban Mati ( qd )

$$q \text{ Trotoar} = 1970,928 \text{ kg/m}^2$$

$$q \text{ Plat lantai} = 1034,928 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Jarak Gelagar Melintang} = 4 \text{ m}$$

#### Akibat Berat Trotoar

$$\begin{aligned} q_{d1}^u &= (\text{Perataan beban tipe C x 2}) \times (q \text{ trotoar}) \\ &= (0,335 \times 2) \times (1970,928) \\ &= 1320,521 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

#### Akibat Berat lantai Kendaraan

$$\begin{aligned} q_{d2}^u &= (\text{perataan tipe D x 2}) \times (q \text{ plat lantai}) \\ &= (0,49991 \times 2) \times (1034,928) \\ &= 1034,741 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

#### Akibat Beban Profil Memanjang ( WF 300 x 150 x 5,5 x 8)

$$\text{Factor beban untuk baja} = 1,1$$

$$W = 32,0 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} P_1^u &= W \times L \times \text{Faktorbeban} \\ &= 32,0 \times 4 \times 1,1 \\ &= 140,80 \text{ kg} \end{aligned}$$

### Akibat Beban Plat Gelagar Memanjang

Factor beban untuk beton cor = 1,3 (karena q beban plat gelagar memanjang sudah dikalikan dengan factor beban cor = 1,3 maka, pekerjaan selanjutnya tidak dikalikan lagi dengan factor beban )

$$P_2^u = (q_d \text{ Plat gelagar memanjang tepi} \times L)$$

$$= (1712,814 \times 4)$$

$$= 6851,256 \text{ kg}$$

$$P_3^u = (q_d \text{ Plat gelagar memanjang tengah} \times L)$$

$$= (1479,53 \times 4)$$

$$= 5918,12 \text{ kg}$$

## 2. Beban Hidup

### Akibat Beban Lajur “D”

Secara umum beban “D” akan menentukan dalam perhitungan mulai dari gelagar memanjang bentang sedang sampai bentang panjang dan lebar melintang 1 lajur kendaraan sebesar 2,75 m.

Beban lajur “D” terdiri dari beban tersebar merata ( BTR ) yang digabungkan dengan beban garis ( BGT ).

#### ✓ Muatan Tersebar Merata ( BTR )

Faktor beban = 1,8 ( *Sumber : SNI T 02-2005, halaman 17* )

Dimana :  $L = 40 \text{ m} > 30 \text{ m}$

$$q = 9,0 \times \left(0,5 + \frac{15}{L}\right) \text{ kpa}$$

$$q = 9,0 \times \left(0,5 + \frac{15}{40}\right) \text{ kpa}$$

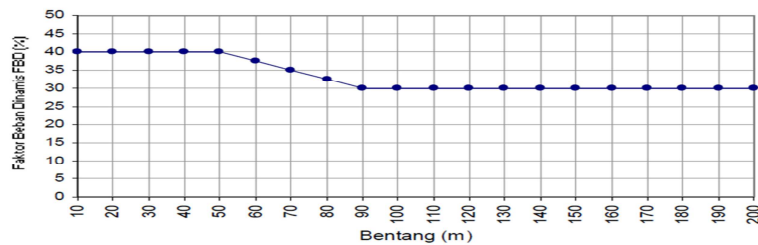
$$q = 7,87 \text{ kPa} = 787 \text{ kg/m}^2$$

$$q_3 (100 \%) = \frac{787}{2,75} \times (2 \times 0,49991) \times 1,8 \times 100 \% = 515,034 \text{ kg / m}$$

$$q_4 (50 \%) = \frac{787}{2,75} \times (2 \times 0,49991) \times 1,8 \times 50 \% = 257,517 \text{ kg / m}$$

✓ Muatan Beban Garis ( BGT )

Pajang bentang (L) = 40 m



Gambar 4.9 Faktor beban dinamis untuk BGT untuk pembebanan lajur “D”

( Sumber : SNI T 02-2005, halaman 25 )

Berdasarkan grafik factor beban dinamis maka :

Untuk  $L \leq 50 \text{ m}$ , FBD = 0,4

$$K = 1 + \text{FBD}$$

$$= 1 + 0,4$$

$$= 1,4$$

Beban Garis  $P = 49 \text{ KN/m} = 4900 \text{ kg/m'}$  dengan factor beban 1,8.

$$P_4'' (100 \%) = \frac{4900}{2,75} \times 1,4 \times 1,8 \times 100 \% = 4490,182 \text{ kg / m'}$$



$$P_5'' (50\%) = \frac{4900}{2,75} \times 1,4 \times 1,8 \times 50\% = 2245,091 \text{ kg/m'}$$

Sehingga akibat beban lajur “ D “

$$q_5 100\% = (515034 + 4490182) = 5005216 \text{ kg/m'}$$

$$q_6 50\% = (251517 + 2245091) = 2496608 \text{ kg/m'}$$

✚ Akibat Muatan Beban Hidup Trotoar

Faktor beban = 1,8 ( Sumber : SNI T 02-2005, halaman 27 )

$$q = 5 \text{ kPa} = 500 \text{ kg/m}$$

$$q_7'' = 500 \times (2 \times 0,49991) \times 1,8 \times L$$

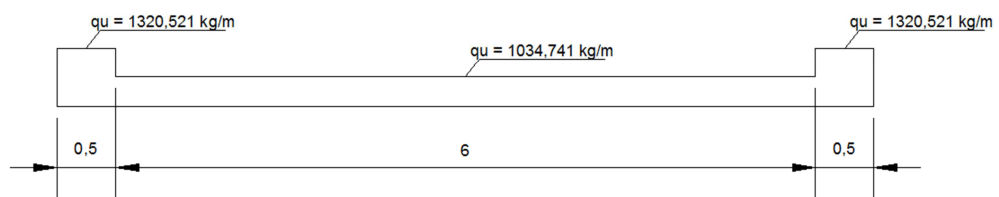
$$q_7'' = 500 \times 0,99982 \times 1,8 \times 4 = 3599,352 \text{ kg/m}$$

✚ Akibat Beban Lajur “ D “ yang bekerja pada gelagar memanjang

Diambil nilai reaksi akibat beban lajur “D” yang bekerja pada gelagar memanjang (RA) = 4741,72 kg, kemudian dijadikan sebagai beban titik.

#### 4.4.2 Perhitungan Momen Pada Gelagar Melintang

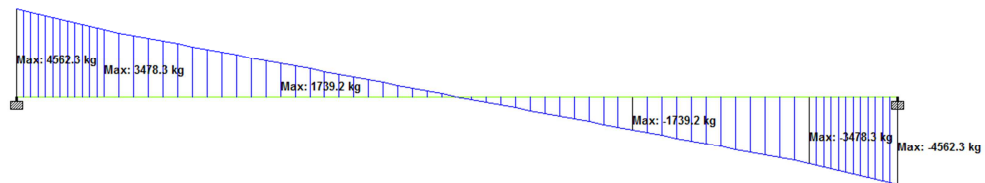
✚ Akibat Beban mati lantai Kendaraan dan Trotoar



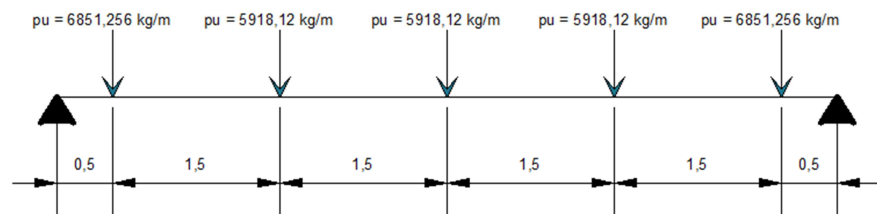
- Momen Akibat Beban mati lantai Kendaraan dan Trotoar



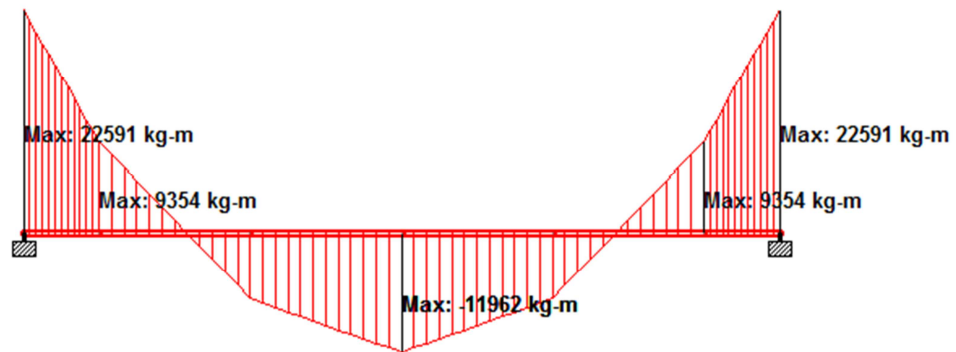
- Gaya Geser Akibat Beban mati lantai Kendaraan dan Trotoar



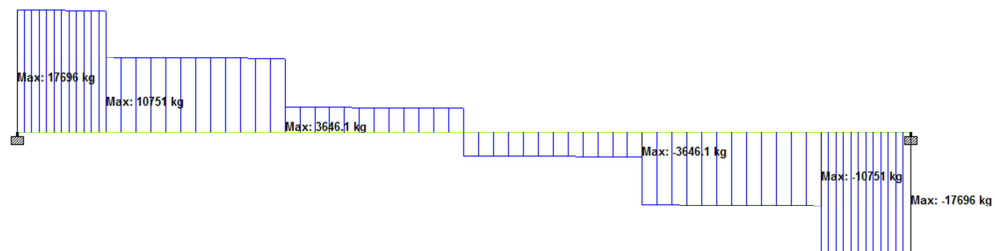
#### ✚ Akibat beban Plat Gelagar Memanjang



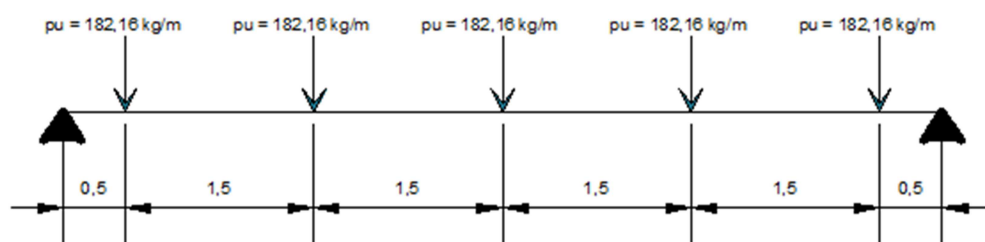
- Momen Akibat beban Plat Gelagar Memanjang



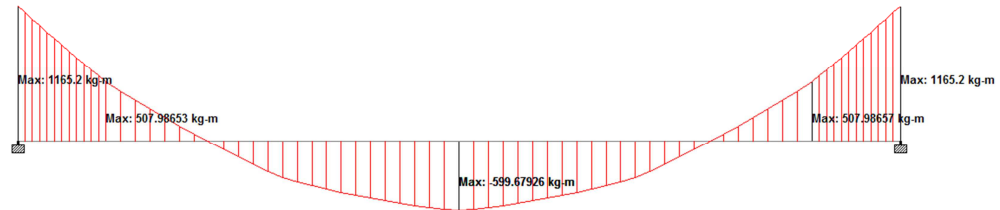
- Gaya Geser Akibat beban Plat Gelagar Memanjang



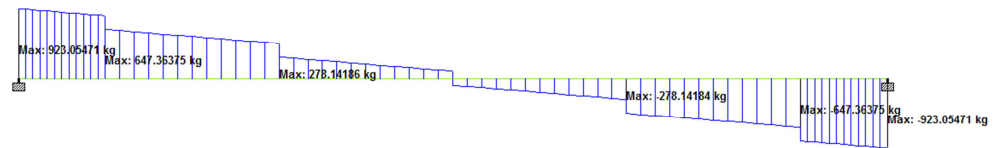
#### ✚ Akibat berat Gelagar Memanjang



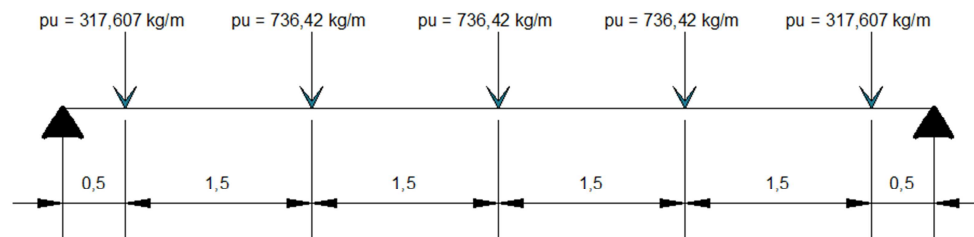
- Momen Akibat Gelagar Memanjang



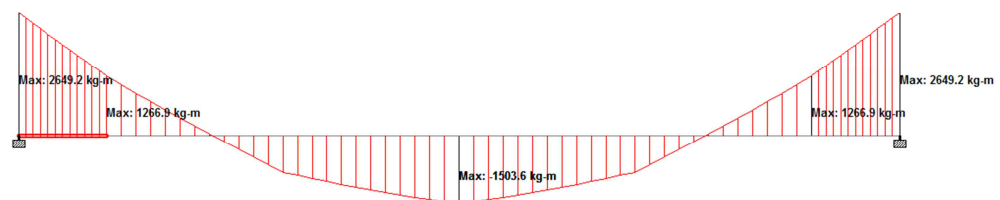
- Gaya Geser Akibat Gelagar Memanjang



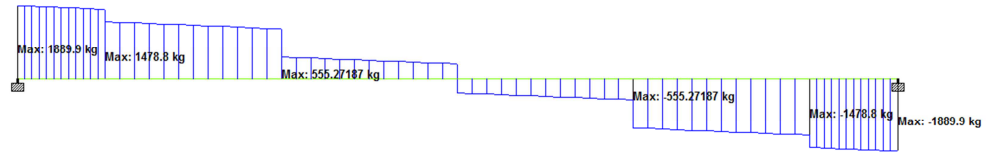
### ✚ Akibat beban hidup Gelagar Memanjang



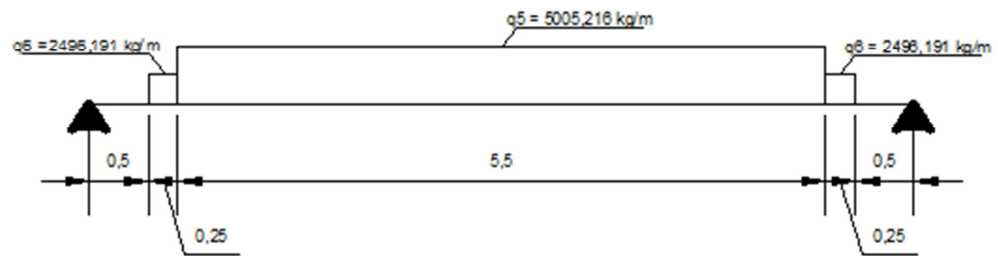
- Momen Beban Hidup Akibat Gelagar Memanjang



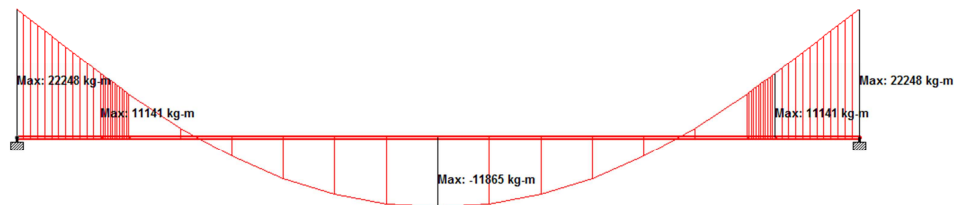
- Gaya Geser Beban Hidup Akibat Gelagar Memanjang



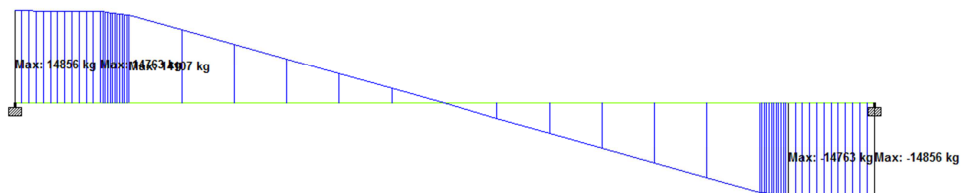
✚ Akibat beban lajur “D”



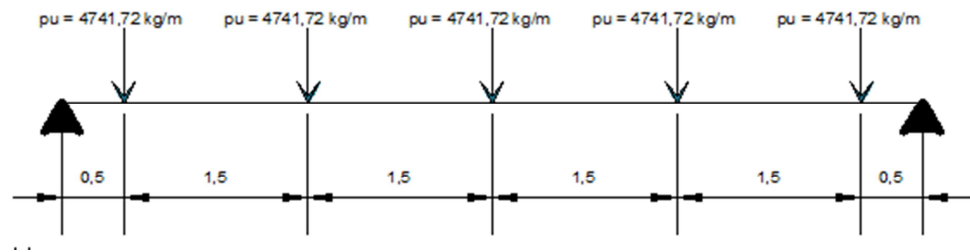
- Momen Akibat Beban Lajur D



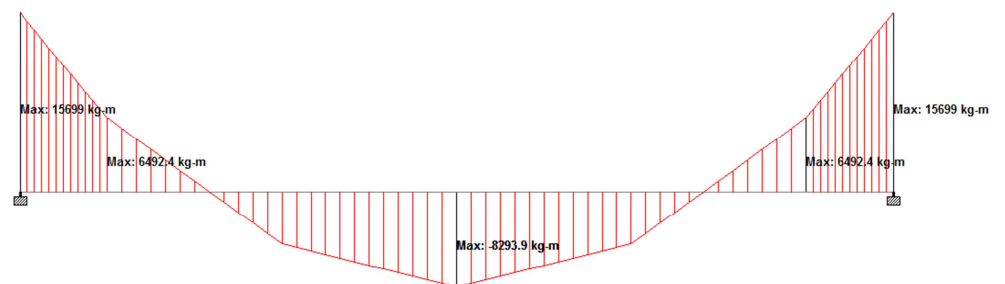
- Gaya Geser Akibat Beban Lajur D



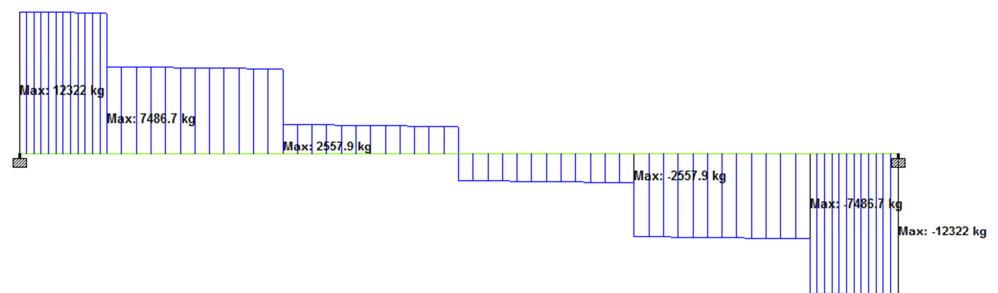
✚ Akibat Beban Lajut “D” yang bekerja pad gelagar memanjang



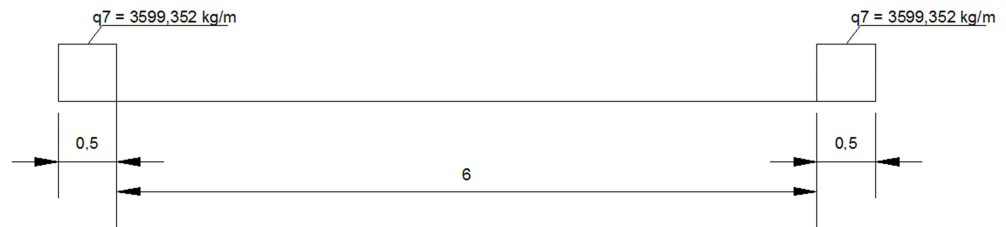
- Momen Akibat Beban Lajut “D” yang bekerja pad gelagar memanjang



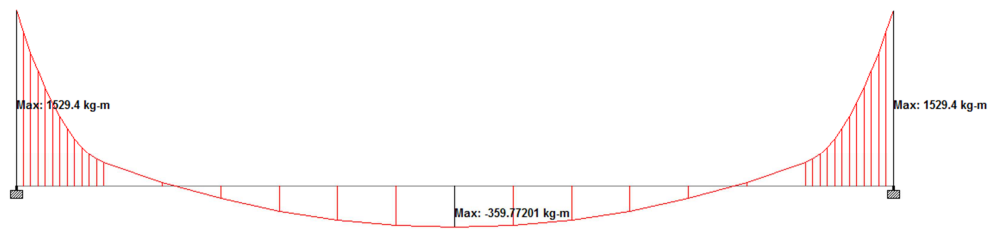
- Gaya Geser Akibat Beban Lajut “D” yang bekerja pad gelagar memanjang



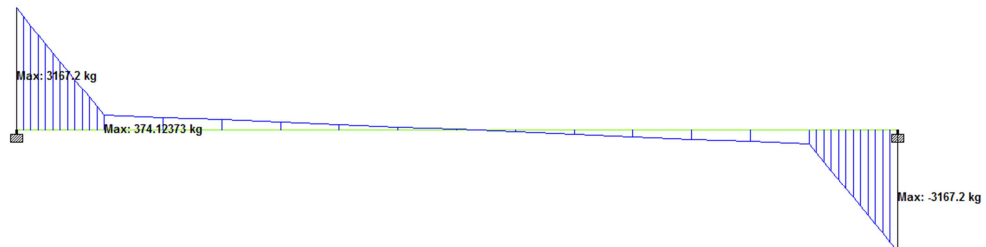
### Akibat muatan Hidup Trotoar



- Momen Akibat muatan Hidup Trotoar



- Gaya Geser Akibat Muatan Hidup Trotoar



Momen akibat beban mati dan beban hidup sebesar :

$$\begin{aligned}
 M_{max}^u &= M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 + M_7 \\
 &= 5509,9 + 22591 + 1165,2 + 2649,2 + 22248 + 15699 + \\
 &\quad 1529,4 \\
 &= 55692,7 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

Gaya geser akibat beban mati dan beban hidup sebesar :

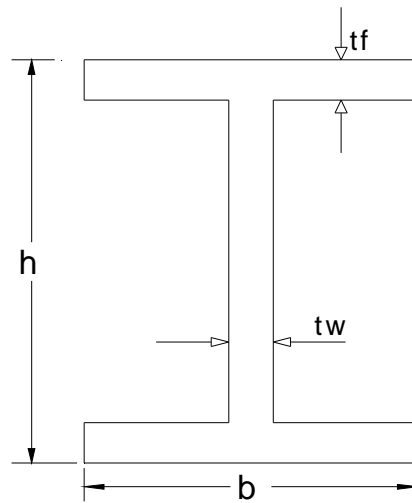
$$\begin{aligned}
 V_{max}^u &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 \\
 &= 4562,3 + 17696 + 923,05471 + 1889,9 + 14856 + 12322 + \\
 &\quad 3167,2 \\
 &= 43094,45471 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

#### 4.4.3 Perhitungan Dimensi Gelagar Melintang

##### A. Penentuan dimensi gelagar melintang

Direncanakan profil baja WF 500 X 300 X 11 X 18 (*tabel profil baja WF berdasarkan metode LRFD dan SNI 03 – 1729 – 2002, Penerbit : ITS*)

Mutu baja BJ-50 dengan  $f_y = 290 \text{ Mpa} = 2900 \text{ kg/m}^2$



$$W = 128 \text{ kg/m}$$

$$B = 300 \text{ mm}$$

$$r = 26 \text{ mm}$$

$$A = 163,5 \text{ cm}^2$$

$$H = 488 \text{ mm}$$

$$I_x = 71000 \text{ cm}^4$$

$$t_w = 11 \text{ mm}$$

$$I_y = 8110 \text{ cm}^4$$

$$t_f = 18 \text{ mm}$$



$$Z_x = 2910 \text{ cm}^3$$

$$Z_y = 541 \text{ cm}^3$$

## B. Desain balok sebelum komposit

Tahanan balok dalam desain LRFD harus memenuhi persamaan sebagai berikut :

$$\mu < \phi \cdot M_n \quad (\text{Sumber : RSNI T - 02 - 2005, halaman : 30})$$

$$\text{Dengan : } \phi = 0,90$$

$M_n$  = Tahanan momen nominal

$\mu$  = Momen lentur akibat beban terfaktor

(Setiawan, Agus. 2008 .Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD.

Penerbit Erlangga hal.85)

$$\begin{aligned} M_{bs \text{ profil}} &= \frac{1}{8} \times q \times L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 55692,7 \times 7,0^2 \\ &= 341117,7875 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{bs \text{ profil}}^U &= 341117,7875 \times 1,1 \\ &= 375229,5663 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{M_U}{\phi} &= \frac{375229,5663}{0,9} \\ &= 416921,7403 \text{ kg / m} = 416,92 \text{ ton / m} \end{aligned}$$

Kontrol kelangsingan penampang ( Berdasarkan RSNI T – 03 – 2005, hal

$$\lambda_f = \frac{b}{2tf}$$

$$\lambda_f = \frac{300}{2 \times 18} = 8,33$$

$$\lambda_f = 0,38x \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_f = 0,38x \sqrt{\frac{2,1 \times 10^5}{290}} = 10,225$$

$$\lambda_w = \frac{b}{2tw}$$

$$\lambda_w = \frac{300}{2 \times 11} = 13,64$$

$$\lambda_w = 1,76x \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_w = 1,76 \sqrt{\frac{2,1 \times 10^5}{290}} = 47,361$$

Persyaratan penampakan kompak (Berdasarkan RSNI T– 03 – 2005, hal 31) :

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$\checkmark \quad \lambda_f \leq \lambda_p = 8,33 < 10,225 \text{ .....OK}$$

$$\checkmark \quad \lambda_w \leq \lambda_p = 13,64 < 47,361 \text{ .....OK}$$

Karena kontrol kelangsingannya memenuhi syarat, maka penampang dinyatakan kompak.

### C. Desain balok sesudah komposit

✚ Perhitungan  $b_{eff}$

$$L = 7 \text{ m} = 700 \text{ cm}$$

$$b_{eff} \leq \frac{1}{4} \times L$$

$$\leq \frac{1}{4} \times 700$$

$$\leq 175 \text{ cm} = 175 \text{ cm}$$

$$b_{eff} = s \longrightarrow s = \text{jarak antar gelagar melintang}$$

$$\leq 4,0 \text{ m}$$

$$\leq 400 \text{ cm}$$

$$b_{eff} \leq \left( \frac{1}{2} \times S.kiri + \frac{1}{2} \times S.kanan \right)$$

$$\leq \left( \frac{1}{2} \times 4,0 + \frac{1}{2} \times 4,0 \right)$$

$$\leq 4,0 \text{ m} = 400 \text{ m}$$

Maka dipakai nilai  $b_{eff}$  yg terkecil yaitu 175 cm

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$E_s$  = Modulus elastisitas baja ( $2,1 \times 10^5 \text{ Mpa}$  )

$E_c$  = Modulus elastisitas beton ( $4700 \cdot \sqrt{f'_c}$  )

$$= (4700 \sqrt{35})$$

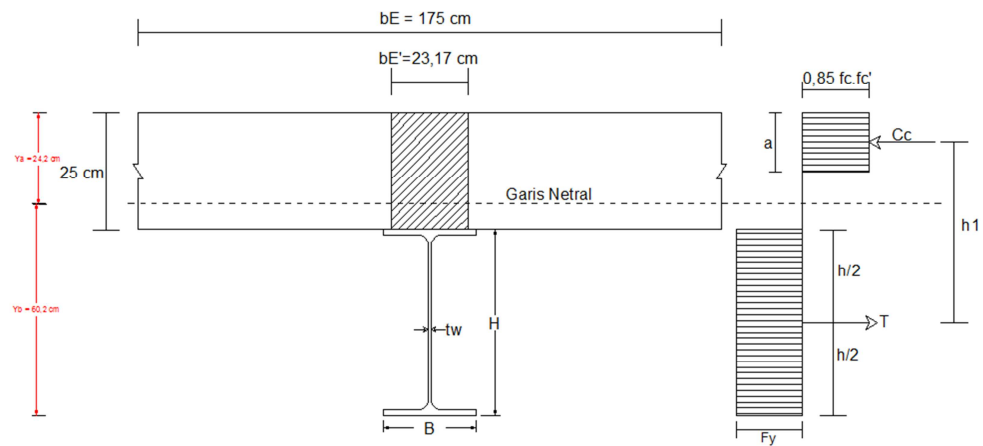
$$= 2,781 \times 10^4$$

$$n = \frac{2,1 \times 10^5}{2,781 \times 10^4}$$

$$= 7,5524$$

$$\frac{beff}{n} = \frac{175}{7,5524}$$

$$= 23,17 \text{ cm}$$



NO	Luas penampang A ( cm <sup>2</sup> )	Lengan Momen Y ( cm )	Statis Momen A . Y (cm <sup>3</sup> )
1	Beton = 23,17 x 25  = 579,28	$\frac{25}{2} = 12.50$	7241
2	Baja = 163,5	$\frac{48,8}{2} + 25 = 49,4$	8076,9
	$\Sigma A = 742,78$		$\Sigma A.Y = 15317,9$

Diukur dari bagian atas plat

$$Y_a = \frac{\sum A \times Y}{\sum A}$$

$$= \frac{15317,9}{742,78}$$

$$= 20,62 \text{ cm}$$

$$Y_b = t + h - Y_a$$

$$= 25 + 48,8 - 20,62$$

$$= 53,18 \text{ cm}$$

NO	A (cm <sup>2</sup> )	Y ( cm )	Io ( cm <sup>4</sup> )	D ( cm )	Io + Ad <sup>2</sup> ( cm <sup>4</sup> )
1	579,28	12.50	$\frac{1}{12} \times 23,17 \times 25^3$ = 30169,27	18,58-12.5 = 6,08	51583,17
2	163,5	49,4	71000	53,18-(49,4/2) = 28,48	71811,11
	$\Sigma A = 742,78$				$\Sigma I_x = 123394,28$

Karena  $Y_a = 20,62 \text{ cm} < \text{tebal plat beton (25 cm)}$  maka garis netral terletak pada plat beton.

Berdasarkan persamaan keseimbangan Gaya  $C = T$ , maka diperoleh :

$$a = \frac{A \cdot f_s}{0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot e}$$

$$= \frac{16350 \cdot 390}{0,85 \cdot 35 \cdot 1750}$$

$$= 122,48 \text{ mm} < \text{Tebal plat (tc)} = 250 \text{ mm}$$

Karena nilai  $a < \text{tebal pelat}$  maka plat beton mampu mengimbangi gaya tarik  $A_s \cdot f_s$  yang timbul pada baja.

✓ Tegangan tekan pada serat beton

$$\begin{aligned} C_c &= 0.85 \cdot f_c' \cdot a \cdot bE \\ &= 0.85 \times 35 \times 122,48 \times 1750 \\ &= 6.376.615 \text{ N} \end{aligned}$$

✓ Tegangan tarik pada serat baja

$$\begin{aligned} T &= A_s \cdot f_y \\ &= 1224,8 \times 290 \\ &= 355192 \text{ N} \end{aligned}$$

✚ Menghitung kuat lentur nominal balok komposit

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \cdot f_y \cdot \left( \frac{d}{2} + t - \frac{a}{2} \right) \\ &= 355192 \times \left( \frac{488}{2} + 250 - \frac{122,48}{2} \right) \\ &= 153.712.889,9 \text{ Nmm} \\ &= 153.712,889 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

$$M_n \Phi = 153.712,889 \times 0,9 = 138341,6 \text{ kgcm}$$

$$M_n \Phi = 138341,6 \text{ kgcm} > M_u = 55692,7 \text{ kgcm} \dots\dots\dots \text{OK}$$

#### ✚ Kontrol Geser

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w \quad (\text{Sumber : RSNIT - 03 - 2005, halaman : 40})$$

$$= 0,6 \times 2900 \times (48,8 \times 1,1)$$

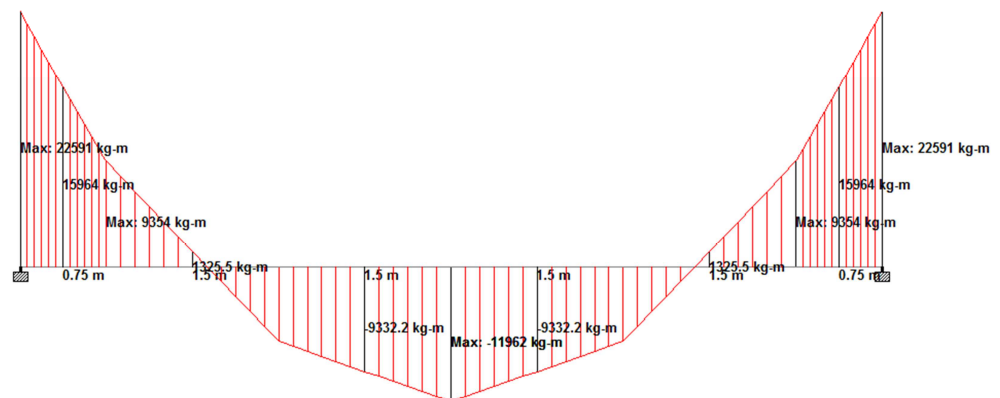
$$= 93403,2 \text{ kg}$$

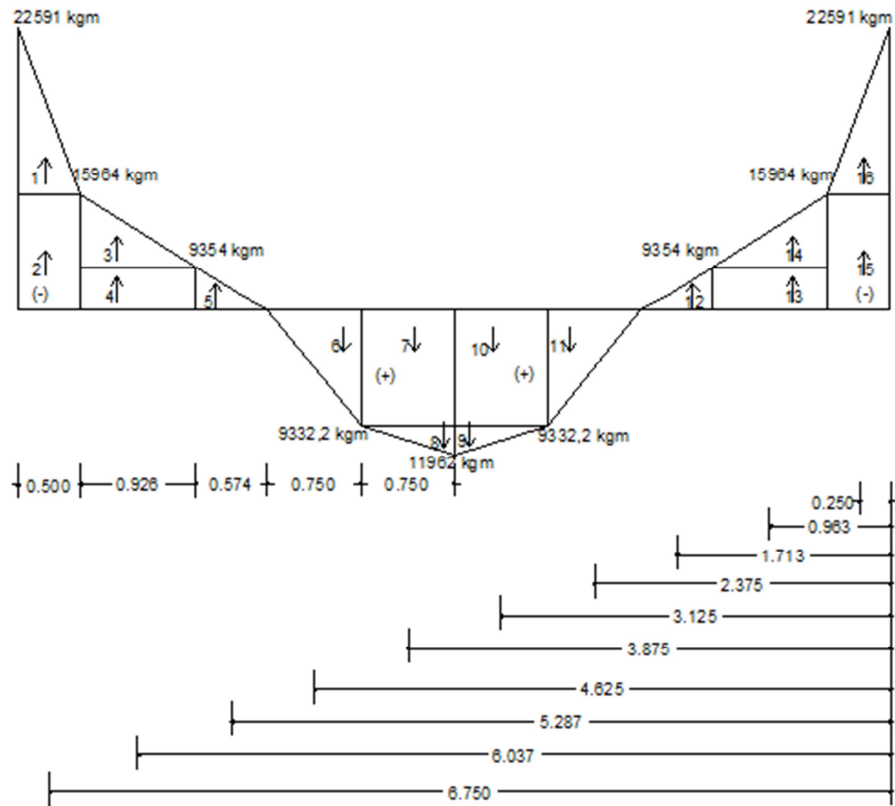
$$V_n = 93403,2 \text{ kg} > V_u = 43094,45471 \text{ kg} \dots\dots\dots\text{OK}$$

#### ✚ Kontrol Lendutan

$$L = 7 \text{ m} = 700 \text{ cm}$$

Didapat dari analisa program STAAD V8i.





Luas Momen:

$$P1 = P16 = \frac{1}{3} \times 6627 \times 0,5 = 1104,5 \text{ kg. m}^2$$

$$P2 = P15 = \frac{1}{2} \times 15964 \times 0,5 = 3991 \text{ kg. m}^2$$

$$P3 = P14 = \frac{1}{3} \times 6610 \times 0,962 = 2119,6 \text{ kg. m}^2$$

$$P4 = P13 = \frac{1}{2} \times 9354 \times 0,962 = 4499,274 \text{ kg. m}^2$$

$$P5 = P12 = \frac{1}{3} \times 9354 \times 0,574 = 1789,732 \text{ kg. m}^2$$

$$P6 = P11 = \frac{1}{2} \times 9332,2 \times 0,75 = 3499,575 \text{ kg. m}^2$$

$$P7 = P10 = \frac{1}{2} \times 9332,2 \times 0,75 = 3499,575 \text{ kg. m}^2$$



$$P8 = P9 = \frac{1}{3} \times 2629,8 \times 0,75 = 657,45 \text{ kg. m}^2$$

$$\sum MB = 0$$

$$\begin{aligned} & (RA \times 7,0) + (P1 \times 6,75) + (P2 \times 6,75) + (P3 \times 6,037) + \\ & (P4 \times 6,037) + (P5 \times 5,287) - (P6 \times 4,625) - (P7 \times 3,875) - \\ & (P8 \times 3,875) - (P9 \times 3,125) - (P10 \times 3,125) - (P11 \times 2,375) + \\ & (P12 \times 1,713) + (P13 \times 0,963) + (P14 \times 0,963) + (P15 \times 0,25) + \\ & (P16 \times 0,25) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (-RA \times 7,0) = & (1104,5 \times 6,75) + (3391 \times 6,75) + (2119,6 \times 6,037) + \\ & (4499,274 \times 6,037) + (1789,732 \times 5,287) - (3499,575 \\ & \times 4,625) - (3499,575 \times 3,875) - (657,45 \times 3,875) - ( \\ & 657,45 \times 3,125) - (3499,575 \times 2,375) - (3499,575 \times \\ & 2,375) + (1789,732 \times 1,713) + (4499,274 \times 0,963) + ( \\ & 2119,6 \times 0,963) + (3991 \times 0,25) + (1104,5 \times 0,25) \end{aligned}$$

$$RA = \frac{-105112,1876}{-7,0} = 15016,027 \text{ kg.m}^2$$

$$\begin{aligned} M. \max = & (RA \times 3,5) + (P1 \times 3,25) + (P2 \times 3,25) + (P3 \times 2,63) + \\ & (P4 \times 2,63) + (P5 \times 1,89) - (P6 \times 1,14) - \\ & (P7 \times 0,38) - (P8 \times 0,38) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M. \max = & (15016,027 \times 3,5) + (1104,5 \times 3,25) + (3991 \times 3,25) + \\ & (2119,6 \times 2,63) + (4499,274 \times 2,63) + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & (1789,732 \times 1,89) - (3499,575 \times 1,14) - \\
 & (3499,575 \times 0,38) - (657,45 \times 0,38) \\
 & = 84337,52 \text{ kg.m}^3 \\
 & = 84337,52 \times 10^6 \text{ kg.cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\Delta x = \frac{M_{max}}{E \times I_x} = \frac{84337,52 \times 10^6}{2000000 \times 123394,28} = 0,341$$

$$\begin{aligned}
 f_{ijin} &= \frac{1}{360} \cdot L \\
 &= \frac{1}{360} \cdot 700 \\
 &= 1,944 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Kontrol

$$F_{ada} \leq f_{ijin} = 0,341 \text{ cm} < 1,994 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK}$$

#### Perencanaan *Shear Conector*

$$\begin{aligned}
 \text{Dipakai} &= \text{stud } \Phi &= 19,05 \text{ mm, } h = 150 \text{ mm} \\
 &= F_y &= 350 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{sc} &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 19,05^2 \\
 &= 284,87 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'c}$$

$$= 4700 \cdot \sqrt{35}$$

$$= 27805,6 \text{ Nmm}$$

#### ✚ Perhitungan Gaya Geser Horizontal (Vh)

$$V_h = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \cdot E$$

$$= 0,85 \times 35 \times 122,48 \times 231,7$$

$$= 844.263,826 \text{ N}$$

$$V_h = C_{\max} = 844.263,826 \text{ N}$$

#### ✚ Tegangan tarik pada serat baja

$$T = A_s \cdot f_y$$

$$= 22240 \times 350$$

$$= 7784000 \text{ N}$$

$C_{\max} = 844.263,826 \text{ N} < T_{\max} = 7.784.000 \text{ N}$ , maka gaya geser yang diambil adalah yang terkecil sehingga gaya geser yang dipikul oleh konektor geser adalah 844.263,826 N.

#### ✚ Kekutan geser satu stuud (Qn) :

$$Q_n = 0,5 \times A_{sc} \times \sqrt{f_c' \cdot E_c}$$

$$= 0,5 \times 284,87 \times \sqrt{35 \times 27805,6}$$

$$= 140513,1201 \text{ N}$$

#### ✚ Jumlah stuud

$$\begin{aligned}
 N_1 &= \frac{C_{\max}}{Q_n} \\
 &= \frac{844263,826}{120422,90} \\
 &= 7,01 \sim 14 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Untuk keseluruhan bentang dipasang 28 buah stud

( Setiawan, Agus. 2008 .Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD.

Penerbit Erlangga hal.294 )

✚ Jarak konektor geser yang harus dipasang pada gelagar memanjang adalah:

Jarak minimum longitudinal :

$$\begin{aligned}
 S_{\min} &= 6 \times d = 6 \times 19,05 \\
 &= 114,3 \text{ mm} \\
 &= 15 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Jarak maximum longitudinal :

$$\begin{aligned}
 S_{\max} &= 8 \times t \text{ ( plat beton )} \\
 &= 8 \times 25 \\
 &= 200 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Jarak transversal ( jarak minimum tegak lurus sumbu longitudinal ) :

Digunakan sebagai jarak antar baris stud :

$$\begin{aligned}
 4 \times d &= 4 \times 19,05 \\
 &= 76,2 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$= 10 \text{ cm}$$

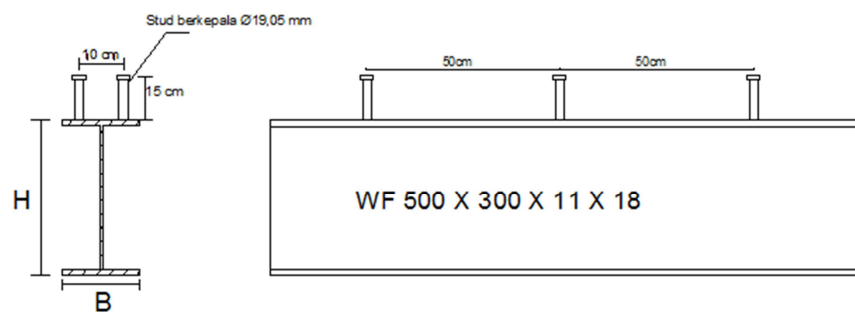
digunakan jarak 10 cm

Daerah lapangan

Karena stud dipasang dua baris maka, jumlah stud pada baris pertama = 7 stud.

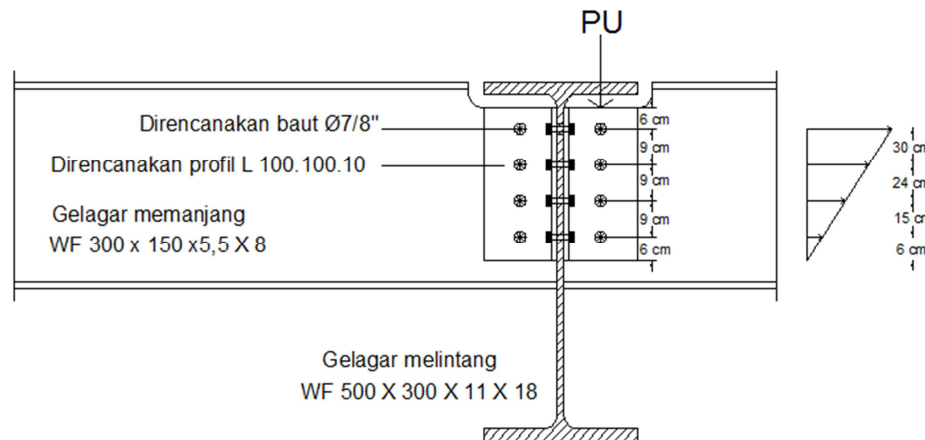
$$\text{Jarak antar stud } s = \frac{350}{7} = 50 \text{ cm}$$

( Sumber : CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid III, 1992 : 609 )



Gambar 4.10 Pemasngan Stud pada Gelagar Melintang

#### 4.6 Perencanaan Sambungan Gelagar Memanjang dan Melintang



✚ Direnakan menggunakan baut A490 Ø 7/8"

$$\text{Ø Baut} = 7/8'' = 2,222 \text{ cm}$$

$$\text{Ø lubang ( db )} = 2,222 + 0,2 = 2,422 \text{ cm}$$

✚  $F_u^b = 1035 \text{ N/mm}^2$ .

✚  $P_u = 12376,226 \text{ kg}$  (Diambil dari  $V_u$  total gelagar memanjang)

✚ 
$$A_b = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d_f^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 2,222^2$$

$$= 3,876 \text{ cm}$$

✚ **Sambungan irisan ganda (pada gelagar melintang)**

✓ Kekuatan geser desain baut

$$\phi R_n = \phi \cdot (0,6 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

(CG.Salmon J.E ,Johnson, "Struktur Baja Desain dan Perilaku I" 1992, hal : 132)

$$\phi = \text{Faktor resistansi} = 0,65$$

$R_n$  = Kekuatan geser desain penyambung (kg)

$F_u^b$  = Kekuatan tarik baut = 10350 kg/cm<sup>2</sup>

$A_b$  = Luas penampang baut = 3,876 cm

$m$  = Banyaknya bidang geser yang terlibat = 2

Maka  $\phi R_n = \phi \cdot (0,6 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$

$$= 0,65 \times (0,6 \times 10350) \times 2 \times 3,876$$

$$= 31290,948 \text{ kg}$$

✓ Kekuatan tarik desain baut

$\phi R_n = \phi \cdot (0,75 \cdot F_u^b) \cdot A_b$

*(CG.Salmon J.E, Johnson, "Struktur Baja Desain dan Perilaku I" 1992 hal : 133)*

$\phi$  = Faktor resistensi = 0,75

$R_{nt}$  = Kekuatan tarik desain penyambung (kg)

Maka  $\phi R_n = \phi \cdot (0,75 \cdot F_u^b) \cdot A_b$

$$= 0,75 \times (0,75 \times 10350) \times 3,876$$

$$= 22565,587 \text{ kg}$$

✓ Kekuatan tumpu desain baut

$\phi R_n = \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t_w \cdot F_u)$

*(CG.Salmon J.E, Johnson, "Struktur Baja Desain dan Perilaku I" 1992 hal : 134)*

$\phi$  = Faktor resistensi = 0,75

$R_n$  = Kekuatan desain tumpu baut (kg)

$F_u$  = Kekuatan tarik baja yang membentuk bagian yang disambung

(Dipakai Baja Bj. 50,  $F_u = 5000 \text{ kg/cm}^2$ )

$t_w = 1,1 \text{ cm}$

$d =$  Diameter baut nominal = 2,422 cm

Maka  $\phi R_n = \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t_w \cdot F_u)$

$$= 0,75 \times (2,4 \times 2,422 \times 1,1 \times 5000)$$

$$= 23977,8 \text{ kg}$$

$R_n$  = kekuatan (tarik, geser dan tumpu desain baut akan diambil hasil dari persamaan kuat desain baut yang nialinya lebih kecil), (kg)

$$\phi R_n = 23977,8 \text{ kg}$$

✓ Jumlah baut untuk sambungan ( $n$ )

$$n = \frac{P_u}{\phi \cdot R_n} = \frac{43094,4547}{23977,8}$$

$$= 1,80 = 4 \text{ Buah baut/ baris}$$

✓ Jarak minimum dan maksimum baut

- Jarak Minimum

Jarak antara pusat lubang pengencang tidak boleh kurang dari  $2,5 \cdot d_f$

$$2,5 \cdot d_f = 2,5 \times 22,22 = 55,55 \text{ mm}$$

- Jarak maksimum



Jarak maksimum antara pusat pengencang harus nilai terkecil dari  $15 t_p$  (di mana  $t_p$  adalah tebal pelat lapis tertipis didalam sambungan) atau 200 mm

$$15 t_p = 15 \times 11 = 165 \text{ mm}$$

Diambil jarak minimum antara 55,55 mm ~ 165 mm = 90 mm

- Jarak tepi minimum

$$1,50 d_f = 1,50 \times 22,22 = 33,33 \text{ mm}$$

- Jarak tepi maksimum

Jarak maksimum dari pusat tiap pengencang ke tepi terdekat dari bagian yang saling bersambungan harus sebesar 12 dikali tebal pelat lapis luar tertipis dalam hubungan, tetapi tidak boleh melebihi 150 mm.

Diambil jarak minimum antara 33,33 mm ~ 150 mm = 60 mm


- ✓ Ketebalan plat simpul yang digunakan

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot L}$$

$$\geq \frac{43094,4547 \text{ N}}{0,75 \times 5000 \times 4} = 0,72 \text{ cm}$$

Maka digunakan plat penyambung L 100 × 100 × 10, dengan tebal (t) = 1 cm

- ✓ Persyaratan keamanan yang diberikan LRFD untuk penyambung:

 Kekuatan geser desain

$$\phi t R_{nt} \geq R_{uv}$$

(CG.Salmon J.E Johnson, "Struktur Baja Desain dan Perilaku I" 1992  
hal : 199)

Dimana :

$$\phi_t \cdot R_{nt} = \text{Kekuatan geser desain} = 31290,948 \text{ kg}$$

$$R_{uv} = \text{Beban geser terfaktor baut} = R_{uv} = \frac{P_u}{\sum n} \text{ (kg)}$$

$$\phi_t R_{nt} \geq \frac{P_u}{\sum n}$$

$$31290,948 \text{ kg} \geq \frac{43094,45471}{4}$$

$$31290,948 \text{ kg} \geq 10773,61368 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

✚ Kekuatan tarik desain

$$\phi_t \cdot R_{nt} \geq R_{ut}$$

Dimana :

$$\phi_t \cdot R_{nt} = \text{kekuatan tarik desain} = 22565,587 \text{ kg}$$

$$R_{ut} = \text{beban tarik terfaktor baut}$$

$$R_{ut} = \frac{Mu \times y}{\sum y^2} = \frac{55692,7 \times 30}{(6^2 + 15^2 + 24^2 + 30^2)} = 961,88 \text{ kg}$$

$$\phi \cdot R_n \geq R_{ut}$$

$$22565,587 \text{ kg} \geq 961,88 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

### Sambungan irisan ganda (pada gelagar memanjang)

- ✓ Kekuatan geser desain baut

$$\phi R_n = \phi \cdot (0,6 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

(CG.Salmon J.E.,Johnson,"Struktur Baja Desain dan Perilaku I" 1992, hal : 132)

$$\phi = \text{Faktor resistansi} = 0,65$$

$$R_n = \text{Kekuatan geser desain penyambung (kg)}$$

$$F_u^b = \text{Kekuatan tarik baut} = 10350 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_b = \text{Luas penampang baut} = 3,876 \text{ cm}$$

$$m = \text{Banyaknya bidang geser yang terlibat} = 2$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } \phi R_n &= \phi \cdot (0,6 \cdot F_u^b) \cdot 2 \cdot A_b \\ &= 0,65 \times (0,6 \times 10350) \times 2 \times 3,876 \\ &= 31290,948 \text{ kg} \end{aligned}$$

- ✓ Kekuatan tarik desain baut

$$\phi R_n = \phi \cdot (0,75 \cdot F_u^b) \cdot A_b$$

(CG.Salmon J.E., Johnson,"Struktur Baja Desain dan Perilaku I" 1992 hal : 133)

$$\phi = \text{Faktor resistensi} = 0,75$$

$$R_n = \text{Kekuatan tarik desain penyambung (kg)}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } \phi R_n &= \phi \cdot (0,75 \cdot F_u^b) \cdot A_b \\ &= 0,75 \times (0,75 \times 10350) \times 3,876 \\ &= 22565,587 \text{ kg} \end{aligned}$$

- ✓ Kekuatan tumpu desain baut

$$\phi R_n = \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t_w \cdot F_u)$$

(CG.Salmon J.E, Johnson, "Struktur Baja Desain dan Perilaku I" 1992 hal : 134)

$\phi$  = Faktor resistensi = 0,75

$R_n$  = Kekuatan desain tumpu baut (kg)

$F_u$  = Kekuatan tarik baja yang membentuk bagian yang disambung

(Dipakai Baja Bj. 50,  $F_u = 5000 \text{ kg/cm}^2$ )

$t_w = 0,8 \text{ cm}$

$d =$  Diameter baut nominal = 3,876 cm

$$\begin{aligned}\text{Maka } \phi R_n &= \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t_w \cdot F_u) \\ &= 0,75 \times (2,4 \times 3,876 \times 0,8 \times 5000) \\ &= 17438,4 \text{ kg}\end{aligned}$$

$R_n$  = kekuatan (tarik, geser dan tumpu desain baut akan diambil hasil dari persamaan kuat desain baut yang nialinya lebih kecil), (kg)

$$\phi R_n = 17438,4 \text{ kg}$$

✓ Jumlah baut untuk sambungan (n)

$$n = \frac{P_u}{\phi \cdot R_n}$$

$$= \frac{7700,78}{17438,47}$$

$$= 0,71 = 4 \text{ Buah baut}$$

✓ Jarak minimum dan maksimum baut

Syarat penyusunan baut :

Jarak tepi baut,  $L = 1,5 d_b < L < 3 d_b$

Jarak antar baut,  $L = 3 d_b < L < 7 d_b$

- Syarat jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5 d_b = 1,5 \cdot 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3 d_b = 3 \cdot 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil jarak tepi baut 4 cm.

- Syarat jarak antar baut :

$$3 d_b = 3 \cdot 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

$$7 d_b = 7 \cdot 2,222 = 15,554 \text{ cm}$$

Diambil jarak antar baut 7 cm

- Ketebalan plat simpul yang digunakan

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot L}$$
$$\geq \frac{7700,78 / 4}{0,75 \times 5000 \times 4} = 0,128 \text{ cm}$$

Maka digunakan plat penyambung L 100.100.10

- Persyaratan keamanan yang diberikan LRFD untuk penyambung:

🔧 Kekuatan geser desain

$$\phi t R_{nt} \geq R_{ut}$$

(CG.Salmon J.E Johnson, "Struktur Baja Desain dan Perilaku I" 1992

hal : 199)

Dimana :

$$\phi_t \cdot R_{nt} = \text{Kekuatan geser desain} = 31290,948 \text{ kg}$$

$$R_{ut} = \text{Beban geser terfaktor baut} = R_{ut} = \frac{P_u}{\sum n} \text{ (kg)}$$

$$\phi_t R_{nt} \geq \frac{P_u}{\sum n}$$

$$31290,948 \text{ kg} \geq \frac{7700,78}{4}$$

$$31290,948 \text{ kg} \geq 1925,195 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

🚦 Kekuatan tarik desain

$$\phi_t \cdot R_{nt} \geq R_{ut}$$

Dimana :

$$\phi_t \cdot R_{nt} = \text{kekuatan tarik desain} = 22565,587 \text{ kg}$$

$$R_{ut} = \text{beban tarik terfaktor baut}$$

$$R_{ut} = \frac{Mu \times y}{\sum y^2} = \frac{10969,66 \times 30}{(6^2 + 15^2 + 24^2 + 30^2)} = 189,46 \text{ kg}$$

$$\phi \cdot R_n \geq R_{ut}$$

$$22565,587 \text{ kg} \geq 189,46 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

## 4.7 Perencanaan Gelagar Induk

### 4.7.1 Perhitungan pembebanan

#### A. Beban mati

✚ Berat sendiri gelagar induk (faktor beban = 1,1)

$$\begin{aligned}G_1 &= (20 + 3 \cdot L) \cdot B \cdot L \\&= (20 + 3 \times 40) \times 7 \times 40 \times 1,1 = 43120 \text{ kg}\end{aligned}$$

✚ Berat sendiri gelagar memanjang, (faktor beban = 1,1)

Dipakai profil WF 300.150.8.13 ( $G = 32 \text{ kg/m}$ )

$$\begin{aligned}G_2 &= (n \times G \times L \times 1,1) \quad n = \text{jumlah gelagar memanjang} \\&= (5 \times 32 \times 40 \times 1,1) \\&= 7040 \text{ kg}\end{aligned}$$

✚ Berat sendiri gelagar melintang, (faktor beban = 1,1)

Dipakai profil WF 500.300.11.18 ( $G = 128 \text{ kg/m}$ )

$$\begin{aligned}G_3 &= (n \times G \times L \times 1,1) \quad n = \text{jumlah gelagar melintang} \\&= (11 \times 128 \times 7 \times 1,1) \\&= 10841,6 \text{ kg}\end{aligned}$$

✚ Berat lantai kendaraan (faktor beban = 1,3)

$$\text{Tebal (t)} = 2,5 \text{ mm} = 0,25 \text{ cm}$$

$$G_4 = (t \times b \times L \times q \times 1,3)$$

$$= (0,25 \times 6 \times 40 \times 2400 \times 1,3)$$

$$= 187200 \text{ kg}$$

✚ Berat lantai trotoir (faktor beban = 1,3)

$$\text{Tebal (t)} = 5,5 \text{ mm} = 0,55 \text{ cm}$$

$$G_5 = (t \times 2b \times q \times L \times 1,3)$$

$$= (0,55 \times (2 \times 0,5) \times 2400 \times 40 \times 1,3) = 68640 \text{ kg}$$

✚ Pipa Sandaran

Faktor beban 1,1 (*RSNI T-02-2005, hal 9*)

Menggunakan pipa baja dengan diameter 76,3 mm = 7,63 cm

$$\text{Berat (G)} = 5,08 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Tebal (t)} = 2,8 \text{ mm} = 0,28 \text{ cm}$$

$$G_6 = (q_u \times n \times L \times 1,1) \times 2$$

$$= (5,08 \times 2 \times 40 \times 1,1) \times 2$$

$$= 894,08 \text{ kg}$$

✚ Berat sendiri ikatan angin atas, (faktor beban = 1,1)

$$G_7 = (n \cdot a) \times L \times a$$

$$= (8 \times 7) \times 40 \times 7 \times 1,1 = 17248 \text{ kg}$$

✚ Berat sendiri ikatan angin bawah, (faktor beban = 1,1)



$$G_8 = (n \times a) \times L \times a$$

$$= (10 \times 7) \times 40 \times 7 \times 1,1 = 21560 \text{ kg}$$

✚ Berat sendiri aspal, (faktor beban = 1,3)

$$G_9 = (t \times b \times L \times q)$$

$$= (0,05 \times 6) \times 40 \times 2240 \times 1,3 = 34944 \text{ kg}$$

Jadi berat total :

$$G_{\text{total}}^u = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 + G_6 + G_7 + G_8 + G_9$$

$$= 43120 + 7040 + 10841,6 + 187200 + 68640 + 894,08 +$$

$$17248 + 21560 + 34944$$

$$= 391487,68 \text{ kg}$$

✚ Beban mati yang dipikul oleh tiap gelagar induk :

$$G = \frac{G_{\text{total}}}{2} = \frac{391487,68}{2} = 195743,84 \text{ kg}$$

✚ Beban mati ,yang diterima tiap titik buhul :

$$P_1 = \frac{G}{10} = \frac{195743,84}{10} = 19574,384 \text{ kg}$$

✚ Beban mati yang diterima tiap titik buhul tepi :

$$P_2 = \frac{P_1}{2} = \frac{19574,384}{2} = 9787,192 \text{ kg}$$

B. Beban hidup

🚦 Beban Lajur D

✓ Beban terbagi rata

Berdasarkan RSNI T – 02 – 2005 halaman 17, besarnya beban terbagi rata bergantung pada panjang bentangan dari jembatan.

Untuk panjang bentang (L) = 40 m, maka intensitas beban terbagi rata dapat dihitung menggunakan rumus dengan factor beban (1,8) sebagai berikut :

$$q = 9,0 \times \left(0,5 + \frac{15}{L}\right) kpa$$

$$q = 9,0 \times \left(0,5 + \frac{15}{40}\right) kpa$$

$$q = 7,87 kPa = 787 kg/m^2$$

$$\text{Beban 100 \% , } q = \frac{787}{2,75} \times 5,5 \times 1,8 \times 100\%$$

$$= 2833,2 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban 50 \% , } q = \frac{787}{2,75} \times 2 \times 0,25 \times 1,8 \times 50\%$$

$$= 64,39 \text{ kg/m}$$

Maka:

– Beban yang diterima gelagar induk sepanjang L = 40 m adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_t &= \frac{(q_{100\%} + q_{50\%})}{\Sigma titikbuhul} \times L \\
 &= \frac{(2833,2 + 64,39)}{2} \times 40 \\
 &= 57951,8 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Beban hidup yang diterima tiap titik buhul tengah

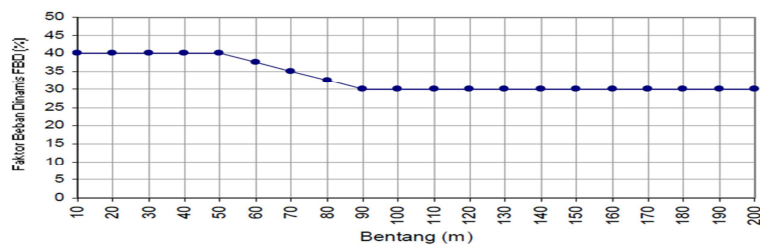
$$Q_u = \frac{Q_t}{\Sigma titik \text{ buhul}} = \frac{57951,8}{10} = 5795,18 \text{ kg}$$

- Beban hidup yang diterima tiap titik buhul tepi

$$Q_u = \frac{Q_u}{2} = \frac{5795,18}{2} = 2897,59 \text{ kg}$$

✓ Beban garis (P)

- Berdasarkan RSNI T – 02 – 2005 halaman 18, besarnya intensitas beban garis (P) = 49 kN/m = 4900 kg/m, dengan faktor beban 1,8.
- Besarnya faktor beban dinamis untuk L = 40 m, dapat diperoleh dari grafik FBD berikut ini.



Gambar 4.11 Faktor beban dinamis untuk BGT untuk pembebanan lajur “D”

Berdasarkan grafik tersebut diatas, maka besarnya nilai FBD untuk panjang bentang (L) = 40 m adalah = 0,4.

$$K = 1 + FBD$$

$$= 1 + 0,4 = 1,4$$

- Beban garis P = 4900 kg/m

$$P^u = 4900 \times 1,8 = 8820 \text{ kg/m}$$

$$P_1^u (100\%) = \frac{8820}{2,75} \times 5,5 \times 1,4 \times 100\% = 24696,000 \text{ kg}$$

$$P_1^u (50\%) = \frac{8820}{2,75} \times 2 \times 0,25 \times 1,4 \times 50\% = 1122,545 \text{ kg}$$

- Beban hidup yang diterima Gelagar Induk :

$$\begin{aligned} P_t &= \frac{P_1^u + P_2^u}{\Sigma \text{titikbuhul}} \times L \\ &= \frac{24696 + 1122,545}{2} \times 50 \\ &= 645463,625 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Beban hidup yang bekerja tiap titik buhul tengah :

$$\begin{aligned} P_u &= \frac{P_t}{\Sigma \text{titikbuhutengah}} \\ &= \frac{645463,625}{11} \\ &= 58678,511 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Beban hidup yang bekerja tiap titik buhul tepi :

$$\begin{aligned}
 P_u &= \frac{P_u}{\Sigma \text{titikbuhul} \text{tengah}} \\
 &= \frac{58678,511}{2} \\
 &= 29339,256 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Beban terpusat total akibat beban hidup yang bekerja tiap titik buhul tengah :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{tengah}} &= 6439,08 + 58678,511 \\
 &= 65117,591 \text{ kg} \\
 P_{\text{tepi}} &= \frac{65117,591}{2} \\
 &= 32558,7955 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

#### Beban hidup trotoar

Berdasarkan SNI T 02-2005, hal 27. Beban hidup trotoir diambil sebesar  $5 \text{ kPa} = 500 \text{ kg/m}^2$  dengan faktor beban sebesar 1,8.

$$\begin{aligned}
 \checkmark \quad P &= 500 \times 2 \times 0,5 \times 40 \times 1,8 \\
 &= 36000 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- ✓ Beban hidup trotoar yg dipikul oleh tiap gelagar induk:

$$\begin{aligned}
 P_t &= \frac{P_{\text{total}}}{2} \quad (2 = \text{jumlah gelagar induk}) \\
 &= \frac{36000}{2} \\
 &= 18000 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- ✓ Beban hidup trotoar yang bekerja tiap titik buhul tengah :

$$P_u = \frac{P_{dl}}{11}$$

$$= \frac{18000}{10} = 1800 \text{ kg}$$

- ✓ Beban hidup trotoar yang bekerja tiap titik buhul tepi :

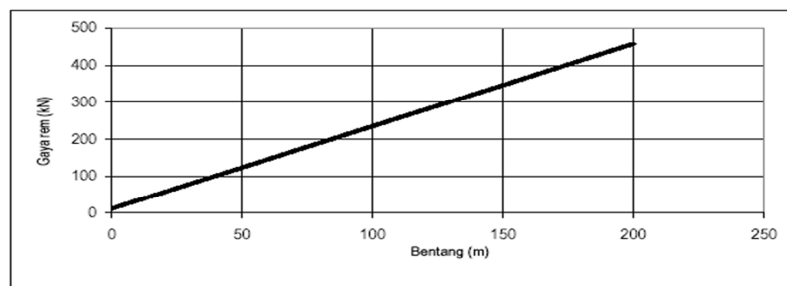
$$P_u = \frac{P_{dl}}{2}$$

$$= \frac{1800}{2}$$

$$= 900 \text{ kg}$$

#### ✚ Gaya rem

Berdasarkan RSNI T – 02 – 2005 halaman 26, besarnya nilai gaya rem tergantung pada panjang bentang jembatan (L) dengan faktor beban 1,8.



Gambar 4.12 Grafik Gaya Rem Per Lajur 2,75 m

Berdasarkan grafik diatas, untuk jembatan dengan bentang  $L = 40 \text{ m}$ , maka gaya rem sebesar  $= 100 \text{ kN} = 10000 \text{ kg}$ .

- Gaya rem yang dipikul tiap gelagar induk :

$$\begin{aligned}
 P_R &= \frac{P}{2} \times 1,8 \\
 &= \left( \frac{10000}{2} \right) \times 1,8 \\
 &= 9000 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Gaya rem yang dipikul tiap titik buhul tengah :

$$\begin{aligned}
 P_1^u &= \frac{P_R}{10} \\
 &= \frac{9000}{10} = 900 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Gaya rem yang dipikul tiap titik buhul tepi :

$$\begin{aligned}
 P_2^u &= \frac{P_1^u}{2} \\
 &= \frac{900}{2} \\
 &= 450 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

#### Beban Angin

Pada sisi kendaraan yang terkena angin

$$T_{ew} = 0.0012 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \cdot A_b$$

Dimana :

$$T_{EW} = \text{Gaya angin pada sisi rangka jembatan (kg)}$$

$V_w$  = Kecepatan angin rencana (m/dt) untuk keadaan batas yang ditinjau .( 30 m/dtk )

$C_w$  = Koefisien seret (untuk bangunan atas rangka  $C_w = 1,2$ )

$A_b$  = Luasan koefisien bagian samping jembatan ( $m^2$ ).

Luas eqivalen bagian samping jembatan adalah luas total bagian yang massif dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan, karena jembatan rangka luas eqivalen dianggap 30% dari luas yang dibatasi oleh batang-batang terluar.

Beban angina jembatan tergantung pada kecepatan angina rencana :

Keadaan Batas	Lokasi	
	Sampai 5 km dari pantai	> 5 km dari pantai
Daya layan	30 m/s	25 m/s
Ultimit	35 m/s	30 m/s

#### Lendutan Gelagar Induk

$f_{ada}$  = Didapat dari analisa program STAAD V8i.

$$= 12,419 \text{ mm} = 1,2419 \text{ cm}$$

$$L = 40 \text{ m} = 4000 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} = \frac{L}{1000}$$

$$= \frac{4000}{1000}$$

$$= 4 \text{ cm}$$

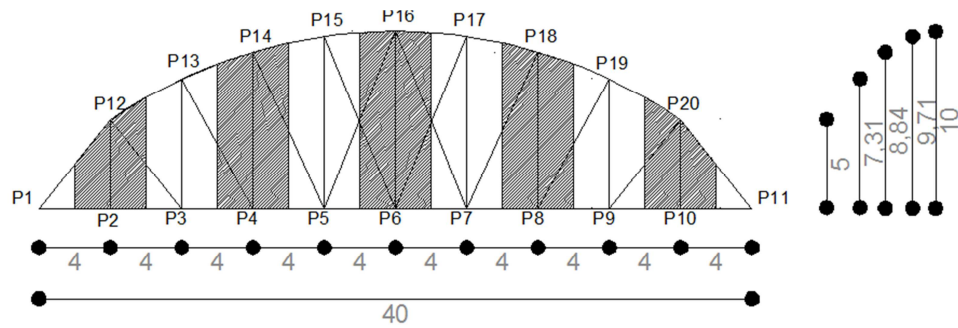


Kontrol :

$F_{ijin} > F_{ada}$

4 cm > 1,2419 cm ..... (Aman)

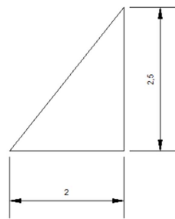
Luas beban tekanan angin :



Gambar 4.13 Luas beban yang terkena angin

Gaya yang terjadi pada setiap titik :

- Titik  $P_1$

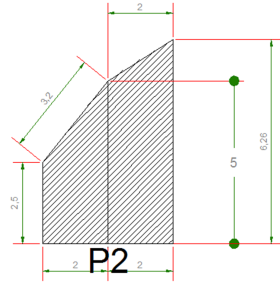


$P_1 = P_{11} = \text{Luas daerah A}$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 2,5$$

$$= 2,5 \text{ m}^2$$

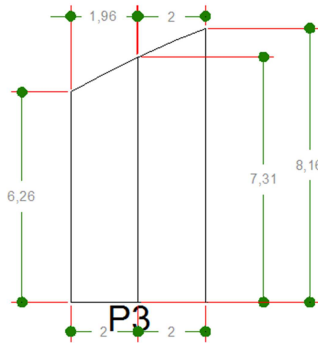
- Titik P<sub>2</sub>



$$P_2 = P_{12} = P_{10} = P_{20} = \text{Luas daerah B}$$

$$= \left( \frac{(2,5+5)}{2} \times 2 \right) + \left( \frac{(5+6,26)}{2} \times 2 \right) = 18,76 \text{ m}^2$$

- Titik P<sub>3</sub>

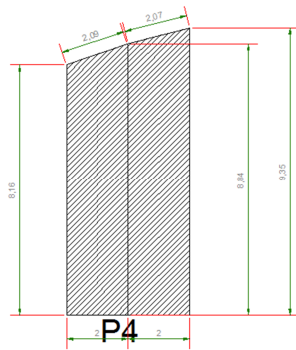


$$P_3 = P_{13} = P_9 = P_{19} = \text{Luas daerah C}$$

$$= \left( \frac{(6,26+7,31)}{2} \times 2 \right) + \left( \frac{(7,31+8,16)}{2} \times 2 \right)$$

$$= 29,04 \text{ m}^2$$

- Titik P<sub>4</sub>

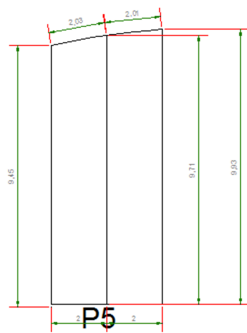


$$P_4 = P_{14} = P_8 = P_{18} = \text{Luas daerah D}$$

$$= \left( \frac{(8,16+8,84)}{2} \times 2 \right) + \left( \frac{(8,84+9,35)}{2} \times 2 \right)$$

$$= 35,19 \text{ m}^2$$

- Titik P<sub>5</sub>

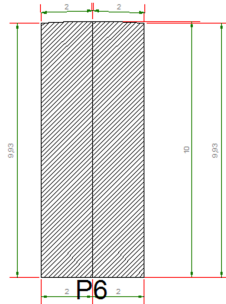


$$P_5 = P_{15} = P_7 = P_{17} = \text{Luas daerah E}$$

$$= \left( \frac{(9,45+9,71)}{2} \times 2 \right) + \left( \frac{(9,71+9,93)}{2} \times 2 \right)$$

$$= 38,8 \text{ m}^2$$

- Titik P<sub>6</sub>



P<sub>6</sub> = P<sub>16</sub> Luas daerah F

$$= \left( \frac{(9,93 + 10)}{2} \times 2 \right) + \left( \frac{(10 + 9,93)}{2} \times 2 \right)$$

$$= 39,86 \text{ m}^2$$

Tabel 4. Luas bidang terkena angin

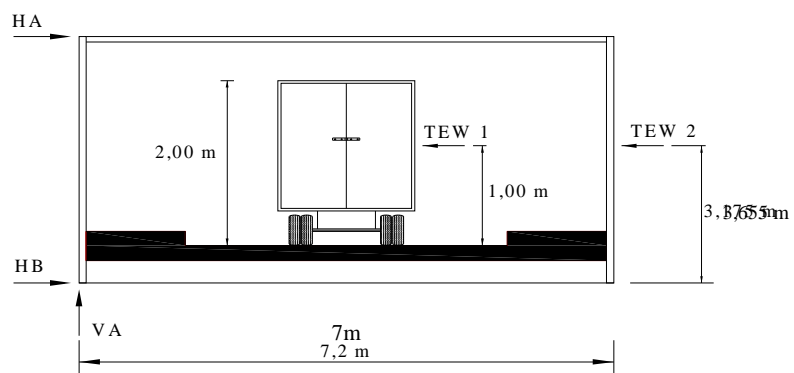
AREA	LUAS ( M <sup>2</sup> )	AREA	LUAS ( M <sup>2</sup> )
P <sub>1</sub>	2,500	P <sub>11</sub>	2,500
P <sub>2</sub>	18,76	P <sub>12</sub>	18,76
P <sub>3</sub>	29,04	P <sub>13</sub>	29,04
P <sub>4</sub>	35,19	P <sub>14</sub>	35,19
P <sub>5</sub>	38,80	P <sub>15</sub>	38,80
P <sub>6</sub>	39,86	P <sub>16</sub>	39,86
P <sub>7</sub>	38,80	P <sub>17</sub>	38,80
P <sub>8</sub>	35,19	P <sub>18</sub>	35,19

P <sub>9</sub>	29,04	P <sub>19</sub>	29,04
P <sub>10</sub>	18,76	P <sub>20</sub>	18,76

- Total luas bidang ( Ab ) yang terkena angin adalah 571,88 m<sup>2</sup>

- Luas bidang ( Ab ) = 571,88 m<sup>2</sup> x 30%  
= 171,564 m<sup>2</sup>

-  $T_{EW1} = 0,0012 \times C_w \times V_w^2 \times Ab$   
= 0,0012 x 1,2 x 30<sup>2</sup> x 171,564  
= 222,347 kN  
= 22234,7 kg



Pada sisi rangka yang terkena angin

-  $T_{ew2} = 0.0006 \times C_w \times (V_w)^2 \times Ab$   
= 0.0006 x 1,2 x (30)<sup>2</sup> x 171,564  
= 111,173 kN

$$= 11117,300 \text{ kg}$$

Beban angin yang diterima oleh gelagar induk :

$$\Sigma V = 0$$

$$V_A \times b - T_{EW1} \times a_1 - T_{EW2} \times a_2 = 0$$

$$V_A \times 7 - 22234,7 \times 1 - 11117,3 \times 3,655 = 0$$

$$V_A = \frac{(22234,7 \times 1) + (11117,3 \times 3,655)}{7}$$

$$= \frac{62868,43}{7} = 8981,20 \text{ kg}$$

Beban angin yang diterima tiap titik buhul tengah :

$$P_t = \frac{R_A}{\Sigma \text{ titik buhul}} = \frac{8981,20}{10} = 898,120 \text{ kg}$$

Beban angin yang diterima titik buhul tepi (ujung):

$$P_u = \frac{P_t}{2} = \frac{898,120}{2} = 449,06 \text{ kg}$$

a) Beban angin yang diterima ikatan angin atas

$$\Sigma M_B = 0$$

$$(H_A \times 7,31) - (T_{EW1} \times 1) - (T_{EW2} \times 3,655)$$

$$(H_A \times 7,31) - (22234,7 \times 1) - (11117,3 \times 3,655)$$

$$H_A = \frac{62868,43}{7,31} = 8600,33 \text{ kg}$$

Beban angin yang diterima titik buhul tengah :

$$P_{At} = \frac{H_A}{\Sigma \text{ titik buhul}} = \frac{8600,33}{6} = 1433,39 \text{ kg}$$

Beban angin yang diterima titik buhul tepi :

$$P_{Au} = \frac{P_{At}}{2} = \frac{1433,39}{2} = 716,695 \text{ kg}$$

b) Beban angin yang diterima ikatan angin bawah

$$\Sigma H = 0$$

$$H_A + H_B - T_{EW1} - T_{EW2} = 0$$

$$8600,33 + H_B - 22234,7 - 11117,3 = 0$$

$$H_B = 24751,67 \text{ kg}$$

Beban angin yang diterima titik buhul tengah :

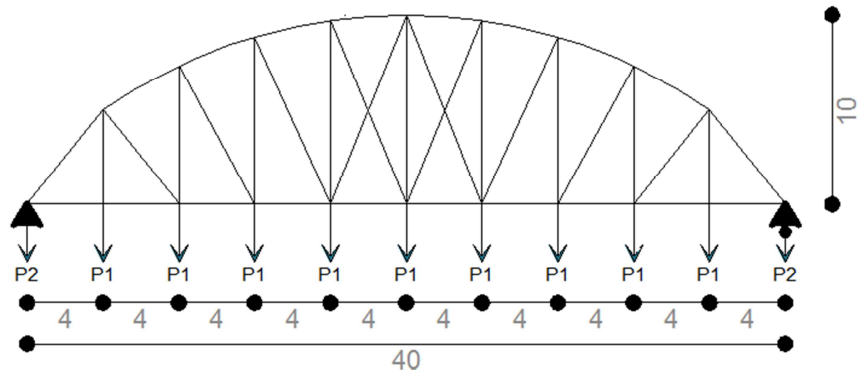
$$P_{At} = \frac{H_b}{\Sigma \text{ titik buhul}} = \frac{24751,67}{10} = 2475,167 \text{ kg}$$

Beban angin yang diterima titik buhul ujung :

$$P_{Au} = \frac{P_{At}}{2} = \frac{2475,167}{2} = 1237,58 \text{ kg}$$

#### 4.7.2 Perhitungan Statika

##### A. Skema pembebanan akibat beban mati

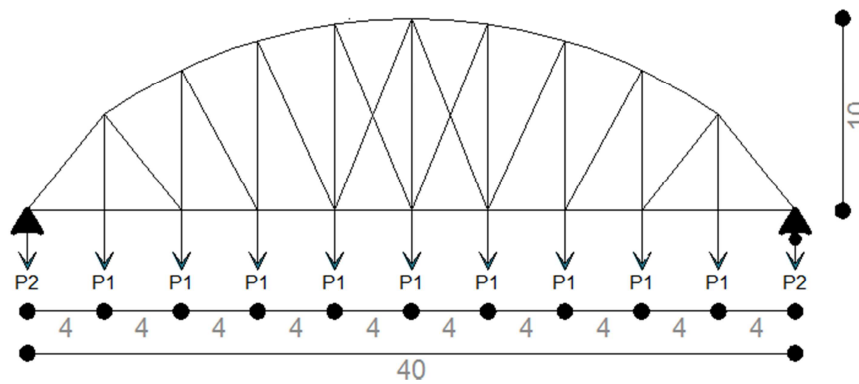


$$P_{1(\text{tengah})} = 19574,384 \text{ kg}$$

$$P_{2(\text{tepi})} = 9787,192 \text{ kg}$$

##### B. Skema pembebanan akibat beban hidup

✚ Akibat beban lajur D

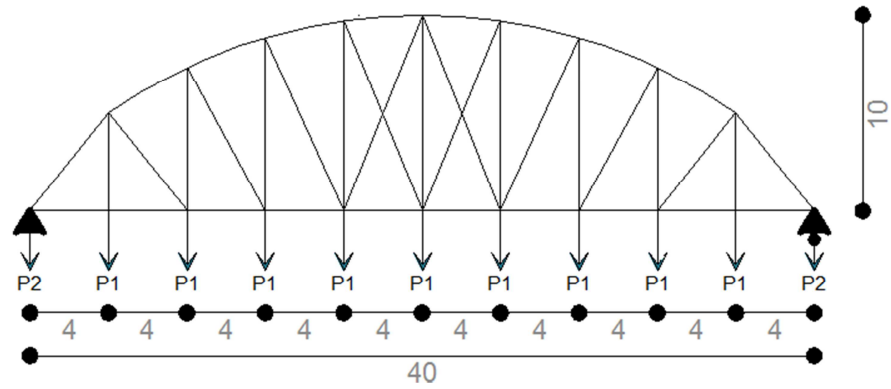


$$P_{1(\text{tengah})} = 65117,591 \text{ kg}$$

$$P_{2(\text{tepi})} = 32558,7955 \text{ kg}$$



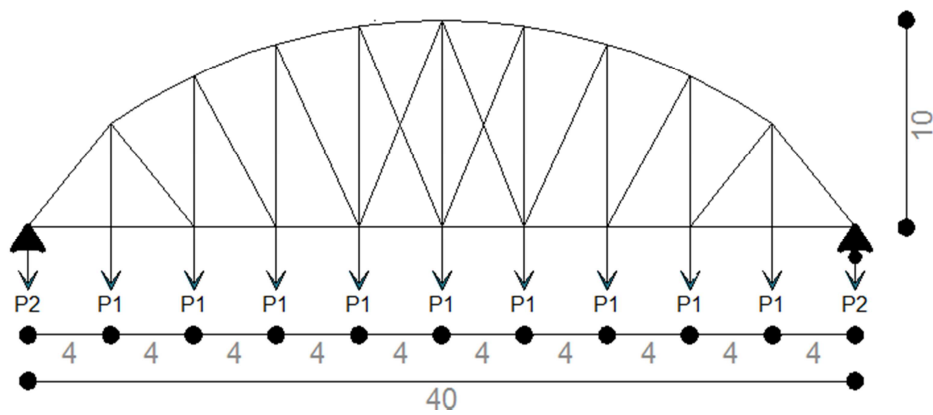
✚ Akibat beban hidup trotoar



$$P_{1(\text{tengah})} = 1800 \text{ kg}$$

$$P_{2(\text{tepi})} = 900 \text{ kg}$$

✚ Akibat gaya rem

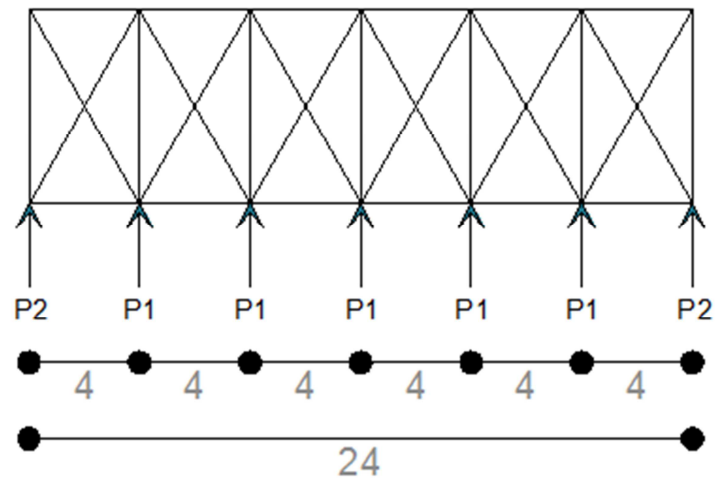


$$P_{1(\text{tengah})} = 900 \text{ kg}$$

$$P_{2(\text{tepi})} = 450 \text{ kg}$$

✚ Akibat beban angin

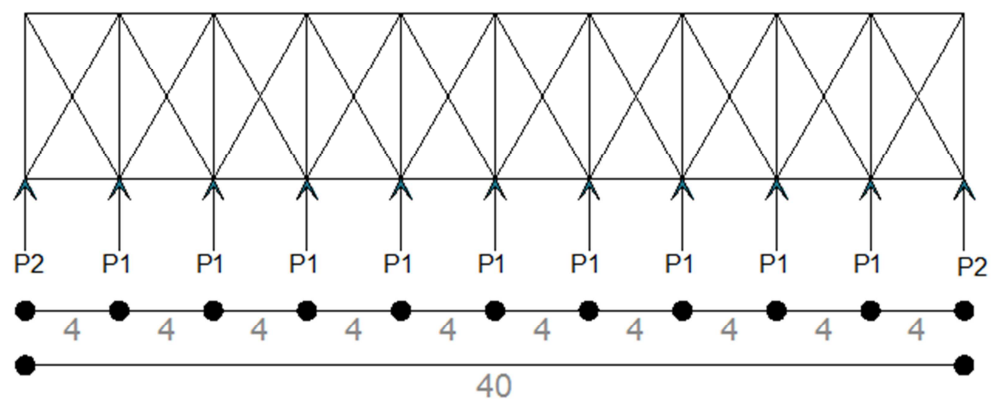
✓ Akibat beban angin atas



$$P_{1(\text{tengah})} = 1433,39 \text{ kg}$$

$$P_{2(\text{tepi})} = 716,695 \text{ kg}$$

✓ Akibat beban angin bawah



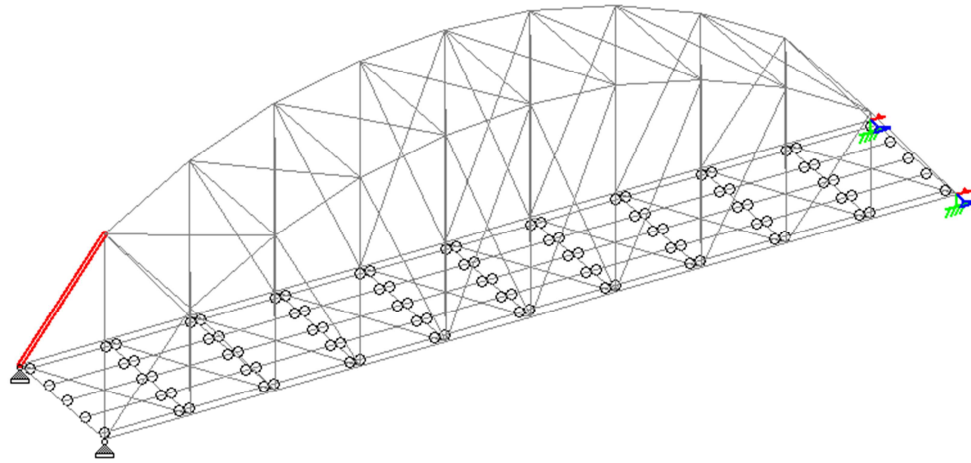
$$P_{1(\text{tengah})} = 2475,167 \text{ kg}$$

$$P_{2(\text{tepi})} = 1237,58 \text{ kg}$$

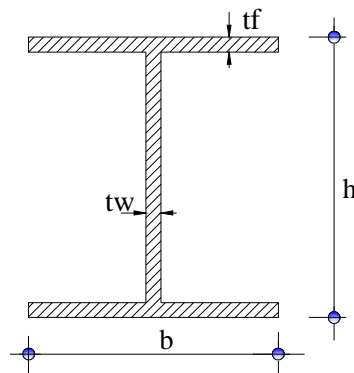
#### 4.8 Perencanaan Dimensi Profil Gelagar Induk

##### 4.9.1 Perhitungan Dimensi batang Tekan ( Compression )

✚ Batang No 12 ( Batang Tekan Diagonal Luar )



Dimensi Batang Profil WF 400 x 400 x 18 x 28



Gambar 4.14 profil gelagar Induk

Factor beban untuk baja = 1,1

$$A = 232 \text{ cm}^2$$

$$H = 414 \text{ mm} \quad B = 405 \text{ mm}$$

$$I_x = 92800 \text{ cm}^4$$

$$tw = 18 \text{ mm}$$

$$I_y = 31000 \text{ cm}^4 \qquad t_f = 28 \text{ mm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$

Dimana :

$\phi_c = 0,85$  (factor resistensi untuk batang tekan)

$P_n =$  kekuatan nominal batang tekan

$P_u =$  beban layan terfaktor

Kekuatan nominal  $P_n$  dari batang tekan adalah :

$$P_n = A_g \cdot F_{cr}$$

Dimana :

$A_g =$  luas penampang bruto batang tekan

$F_{cr} =$  tegangan kritis

Nilai  $F_{cr}$  tergantung pada parameter  $\lambda_c$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor

$$P_u = 520207,0625 \text{ kg}$$

Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{92800}{232}} = 20 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{31000}{232}} = 11.56 \text{ cm}$$

➤ Menghitung parameter kerampingan

$$\lambda_c = \frac{KL}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 \times E_s}} = \frac{1 \times 640.312}{11,56} \sqrt{\frac{2900}{3.14^2 \times 2.1 \times 10^6}} = 0,65 \text{ cm}$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 338)

Dimana :

$$\frac{K.L}{r} = \text{rasio kerampingan efektif}$$

K = factor panjang efektif sendi- sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau ( cm )

ry = radius girasi arah sumbu y

rx = radius girasi arah sumbu x

Fy = 2900 kg/cm<sup>2</sup>

I = momen inersia

Es = modulus elastisitas baja 2,1 x 10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup> = 2,1 x 10<sup>5</sup> Mpa

➤ Menghitung tegangan kritis penampang (Fcr) ( plastis )

$$\text{Untuk } \lambda_c \leq 1,5 \longrightarrow F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) f_y$$

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) f_y$$

$$F_{cr} = (0.658^{(0.65^2)}) \times 2900$$

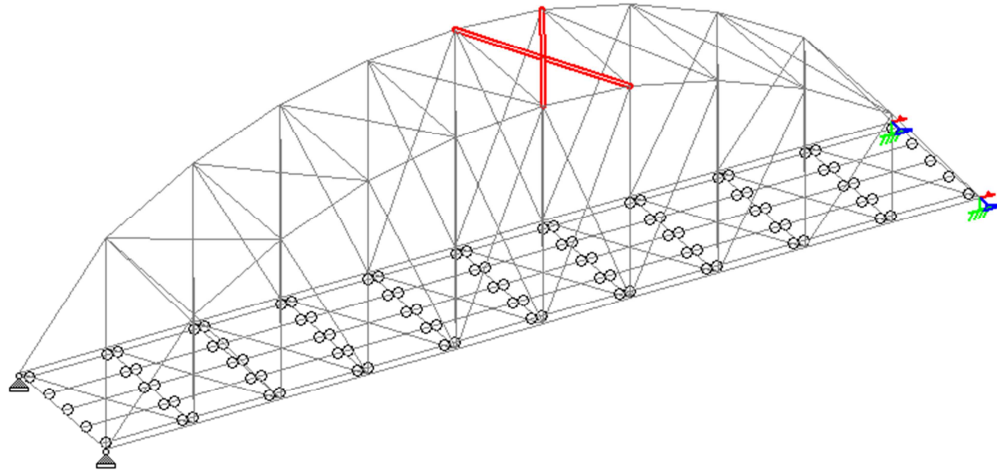
$$F_{cr} = 2429,96 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Maka : } \phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

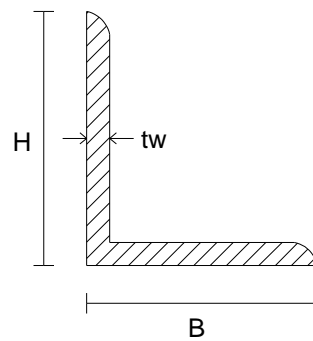
$$0.85 \times 2429,96 \times 232 = 587690,3511 \text{ kg}$$

$$587690,3511 \geq 520207,0625 \text{ kg} \dots \text{ Profil aman}$$

✚ Batang No 265,283,282,272 ( Ikatan angin )



Dimensi Batang Profil LD L 120 x 120 x 8



Gambar 4.15 profil gelagar Melintang atas

Factor beban untuk baja = 1,1

$$A = 42,74 \text{ cm}^2 \quad H = 150 \text{ mm}$$

$$I_x = 888 \text{ cm}^4 \quad B = 150 \text{ mm}$$

$$tw = 15 \text{ mm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$

Dimana :

$\phi_c = 0,85$  (factor resistensi untuk batang tekan)

$P_n$  = kekuatan nominal batang tekan

$P_u$  = beban layan terfaktor

Kekuatan nominal  $P_n$  dari batang tekan adalah :

$$P_n = A_g \cdot F_{cr}$$

Dimana :

$A_g$  = luas penampang bruto batang tekan

$F_{cr}$  = tegangan kritis

Nilai  $F_{cr}$  tergantung pada parameter  $\lambda_c$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 :

342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor

$$P_u = 11815,74218 \text{ kg}$$

➤ Menghitung radius girasi ( $r$ )

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{888}{42,74}} = 4,56 \text{ cm}$$

➤ Menghitung parameter kerampingan

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 \times E_s}} = \frac{1 \times 403,366}{4,56} \sqrt{\frac{2900}{3.14^2 \times 2.1 \times 10^6}} = 1,047 \text{ cm}$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 338)

Dimana :

$$\frac{K.L}{r}$$

= rasio kerampingan efektif

K = factor panjang efektif sendi- sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau ( cm )

$r_y$  = radius girasi arah sumbu y

$r_x$  = radius girasi arah sumbu x

$F_y$  = 2900 kg/cm<sup>2</sup>

I = momen inersia

$E_s$  = modulus elastisitas baja  $2,1 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup> =  $2,1 \times 10^5$  Mpa

➤ Menghitung tegangan kritis penampang ( $F_{cr}$ ) ( plastis )

$$\text{Untuk } \lambda_c \geq 1,5 \longrightarrow F_{cr} = \left( \frac{0,887}{\lambda_c^2} \right) f_y$$

$$F_{cr} = \left( \frac{0,887}{\lambda_c^2} \right) f_y$$

$$F_{cr} = \left( \frac{0,887}{1,047^2} \right) \times 2900 = 2346,54 \text{ kg}$$

$$\text{Maka : } \phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

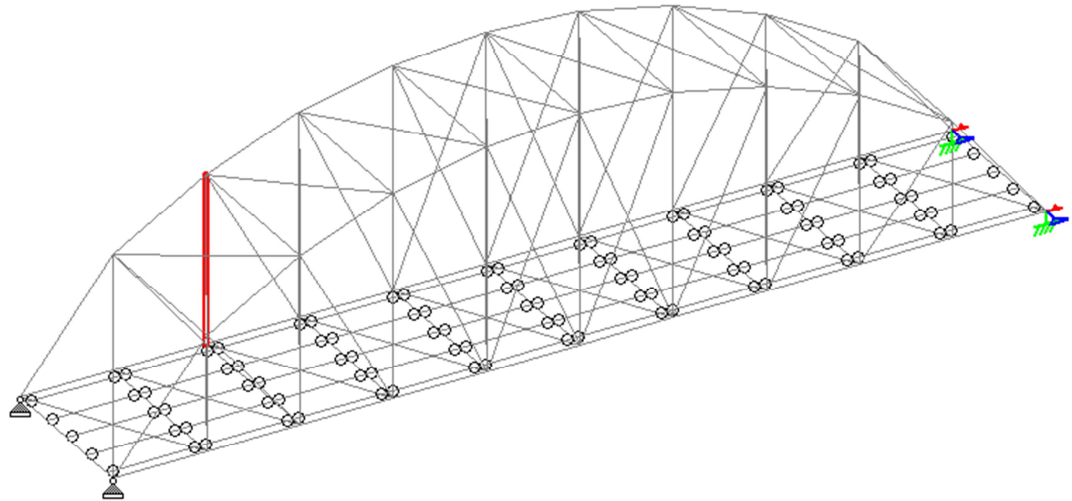
$$0,85 \times 2346,54 \times 42,74 = 85247,45 \text{ kg}$$

$$85247,45 \text{ kg} \geq 11815,74218 \text{ kg} \dots \text{ Profil aman}$$

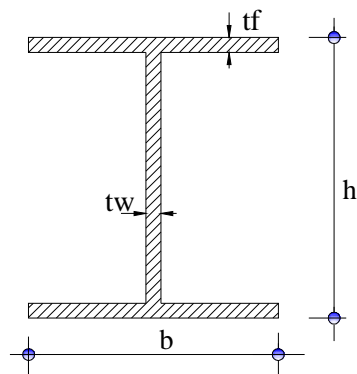


#### 4.9.2 Perencanaan Dimensi Batang Tarik (Tension)

✚ Batang No 290 ( Batang tarik vertikal )



Dimensi Batang Profil WF 400 x 400 x 18 x 28



Gambar 4.16 profil gelagar Induk

Factor beban untuk baja = 1,1

$A = 232 \text{ cm}^2$                        $H = 414 \text{ mm}$        $B = 405 \text{ mm}$

$I_x = 92800 \text{ cm}^4$                        $tw = 18 \text{ mm}$

$I_y = 31000 \text{ cm}^4$                        $tf = 28 \text{ mm}$

Syarat kekakuan nominal batang tarik berdasarkan LRFD,  $\phi_t \cdot T_n \geq T_u$

Dimana :

$\phi_c$  = factor resistensi yang berkaitan dengan kekuatan tarik

$T_n$  = kekuatan nominal batang tekan

$T_u$  = beban layan terfaktor

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 :  
342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor

$$T_u = 13731,27441 \text{ kg}$$

➤ Cek rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300$$

Dimana :

$L$  = panjang batang yang ditinjau

$$r = \text{radius girasi terkecil } r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I,  
1992 hal. 92)

Menghitung radius girasi

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{92800}{232}} = 20 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{31000}{232}} = 11.56 \text{ cm}$$

rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300 = \frac{730.901}{11,56} = 63,23 \leq 300$$

Adapun perhitungan dimensi batang tarik meliputi :

➤ Menghitung luas nominal

Digunakan baut A 490 dengan diameter 7/8 inchi = 2.22 cm

$$\begin{aligned} \text{Lebar lubang baut} &= D \text{ baut} + 0.1 \\ &= 2.32 \text{ cm} \end{aligned}$$

Luas nominal plat :

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - (\text{lebar lubang baut} \times \text{tebal flens} \times n) \\ &= 232 - (2.32 \times 2,8 \times 4) \\ &= 206,016 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Luas bersih plat ( Luas efektif penampang ) berdasarkan :

$$A_c = U \cdot A_n$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992  
hal. 86 )

Dimana :

U = koefisien reduksi yang nilainya tidak boleh lebih dari 85%

Maka :

$$\begin{aligned} A_c &= U \cdot A_n \\ &= 0.85 \times 206,016 \\ &= 175,1136 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

➤ Kontrol kekuatan desain

- Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 95 )

Dimana :

$\phi_t$  = Factor resistensi untuk keadaan batas pelelehan ( 0,90 )

$F_y$  = Tegangan leleh baja = 2900 kg/cm<sup>2</sup>

$A_g$  = Luas penampang bruto

$T_n$  = Kekuatan nominal batang tarik ( kg )

Maka :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g \geq T_u$$

$$0.90 \times 2900 \times 232 \geq 13731,27441 \text{ kg}$$

$$605520 \text{ kg} \geq 13731,27441 \text{ kg}$$

- Didasarkan pada retakan penampang bersih :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_t \cdot A_c = 0,75 \cdot F_u \cdot A_c$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal.95 )

Dimana :

$\phi_t$  = Factor resistensi untuk keadaan batas pelelehan ( 0,75 )

$F_u$  = Kekuatan tarik baja struktur = 5000 kg/cm<sup>2</sup>

$A_c$  = Luas bersih efektif antar batang tarik

$T_n$  = Kekuatan nominal batang tarik ( kg )

Maka :

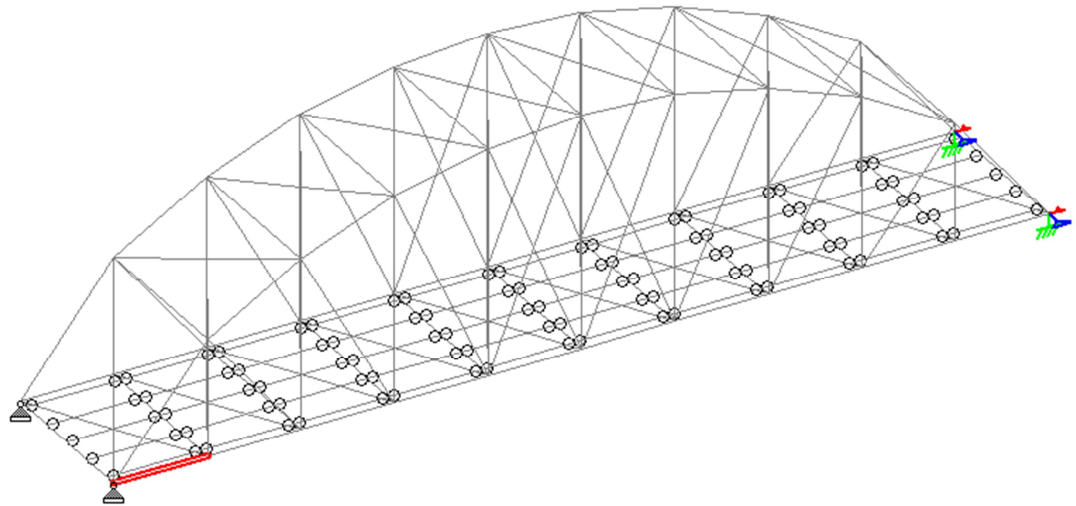
$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_u \cdot A_c \geq T_u$$

$$0.75 \times 5000 \times 206,016 \geq 13731,27441 \text{ kg}$$

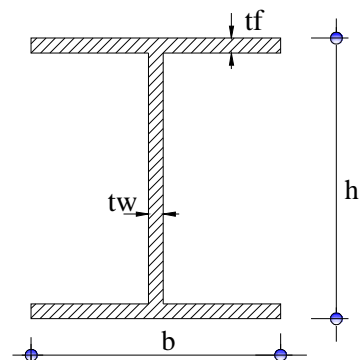
$$772560 \text{ kg} \geq 13731,27441 \text{ kg}$$

dari hasil dua kriteria diatas, maka diambil kekuatan desain yang lebih kecil yaitu  $605520 \text{ kg} \geq 13731,27441 \text{ kg}$  ( Profil aman )

#### ✚ Batang No 33 ( Batang tarik Horizontal )



Dimensi Batang Profil WF 400 x 400 x 18 x 28



Gambar 4.17 profil gelagar Induk

Factor beban untuk baja = 1,1

$$A = 232 \text{ cm}^2$$

$$H = 414 \text{ mm}$$

$$B = 405 \text{ mm}$$

$$I_x = 92800 \text{ cm}^4 \quad \quad \quad t_w = 18 \text{ mm}$$

$$I_y = 31000 \text{ cm}^4 \quad \quad \quad t_f = 28 \text{ mm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tarik berdasarkan LRFD,  $\phi_t \cdot T_n \geq T_u$

Dimana :

$\phi_c$  = factor resistensi yang berkaitan dengan kekuatan tarik

$T_n$  = kekuatan nominal batang tekan

$T_u$  = beban layan terfaktor

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor

$$T_u = 280228 \text{ kg}$$

➤ Cek rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300$$

Dimana :

$L$  = panjang batang yang ditinjau

$$r = \text{radius girasi terkecil} \quad r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 92)

Menghitung radius girasi

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{92800}{232}} = 20 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{31000}{232}} = 11.56 \text{ cm}$$

rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300 = \frac{400}{11,56} = 34,60 \leq 300$$

Adapun perhitungan dimensi batang tarik meliputi :

➤ Menghitung luas nominal

Digunakan baut A 490 dengan diameter 7/8 inchi = 2.22 cm

$$\begin{aligned} \text{Lebar lubang baut} &= D \text{ baut} + 0.1 \\ &= 2.32 \text{ cm} \end{aligned}$$

Luas nominal plat :

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - (\text{lebar lubang baut} \times \text{tebal flens} \times n) \\ &= 232 - (2.32 \times 2,8 \times 4) \\ &= 206,016 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Luas bersih plat ( Luas efektif penampang ) berdasarkan :

$$A_c = U \cdot A_n$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992  
hal. 86 )

Dimana :

U = koefisien reduksi yang nilainya tidak boleh lebih dari 85%

Maka :

$$\begin{aligned} A_c &= U \cdot A_n \\ &= 0.85 \times 206,016 \\ &= 175,1136 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

### Kontrol kekuatan desain

- Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 95 )

Dimana :

$\phi_t$  = Factor resistensi untuk keadaan batas pelelehan ( 0,90 )

$F_y$  = Tegangan leleh baja = 2900 kg/cm<sup>2</sup>

$A_g$  = Luas penampang bruto

$T_n$  = Kekuatan nominal batang tarik ( kg )

Maka :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g \geq T_u$$

$$0.90 \times 2900 \times 232 \geq 280228 \text{ kg}$$

$$605520 \text{ kg} \geq 280228 \text{ kg}$$

- Didasarkan pada retakan penampang bersih :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_u \cdot A_c = 0,75 \cdot F_u \cdot A_c$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal.95 )

Dimana :

$\phi_t$  = Factor resistensi untuk keadaan batas pelelehan ( 0,75 )

$F_u$  = Kekuatan tarik baja struktur = 5000 kg/cm<sup>2</sup>

$A_c$  = Luas bersih efektif antar batang tarik

$T_n$  = Kekuatan nominal batang tarik ( kg )



Maka :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_u \cdot A_c \geq T_u$$

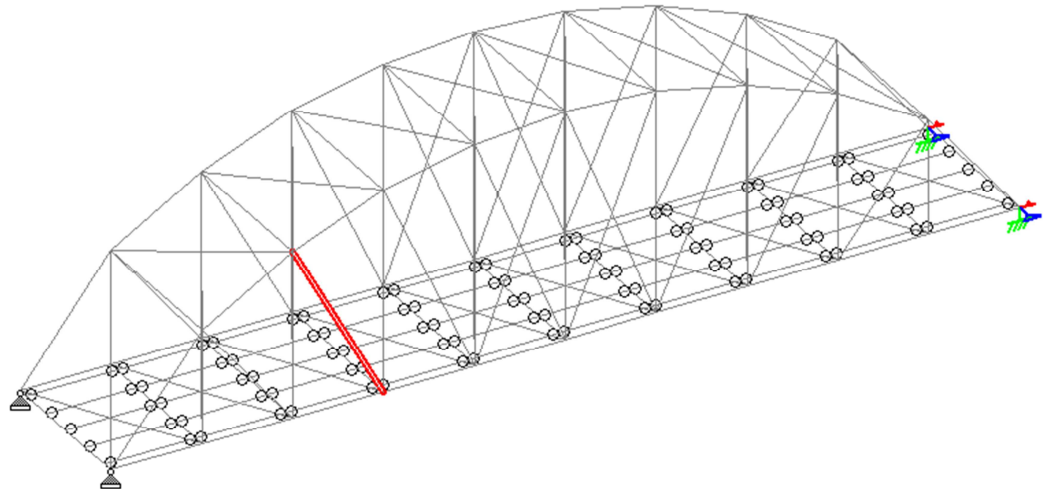
$$0.75 \times 5000 \times 206,016 \geq 280228 \text{ kg}$$

$$772560 \text{ kg} \geq 280228 \text{ kg}$$

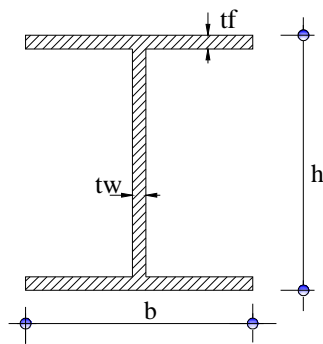
dari hasil dua kriteria diatas, maka diambil kekuatan desain yang lebih

kecil yaitu  $605520 \text{ kg} \geq 280228 \text{ kg}$  ( Profil aman )

✚ **Batang No 45 ( Batang tarik Diagonal dalam )**



Dimensi Batang Profil WF 400 x 400 x 18 x 28



Gambar 4.18 profil gelagar Induk

Factor beban untuk baja = 1,1

$$A = 232 \text{ cm}^2 \qquad H = 414 \text{ mm} \qquad B = 405 \text{ mm}$$

$$I_x = 92800 \text{ cm}^4 \qquad tw = 18 \text{ mm}$$

$$I_y = 31000 \text{ cm}^4 \qquad tf = 28 \text{ mm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tarik berdasarkan LRFD,  $\phi_t \cdot T_n \geq T_u$

Dimana :

$\phi_c$  = factor resistensi yang berkaitan dengan kekuatan tarik

$T_n$  = kekuatan nominal batang tekan

$T_u$  = beban layan terfaktor

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor

$$T_u = 73613,05468 \text{ kg}$$

➤ Cek rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300$$

Dimana :

L = panjang batang yang ditinjau

$$r = \text{radius girasi terkecil } r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 92)

Menghitung radius girasi

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{92800}{232}} = 20 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{31000}{232}} = 11.56 \text{ cm}$$

rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300 = \frac{833,196}{11,56} = 72,075 \leq 300$$

Adapun perhitungan dimensi batang tarik meliputi :

➤ Menghitung luas nominal

Digunakan baut A 490 dengan diameter 7/8 inchi = 2,22 cm

$$\begin{aligned} \text{Lebar lubang baut} &= D \text{ baut} + 0.1 \\ &= 2.32 \text{ cm} \end{aligned}$$

Luas nominal plat :

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - (\text{lebar lubang baut} \times \text{tebal flens} \times n) \\ &= 232 - (2.32 \times 2,8 \times 4) \\ &= 206,016 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Luas bersih plat ( Luas efektif penampang ) berdasarkan :

$$A_c = U \cdot A_n$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992

hal. 86 )

Dimana :

U = koefisien reduksi yang nilainya tidak boleh lebih dari 85%

Maka :

$$\begin{aligned}
 A_c &= U \cdot A_n \\
 &= 0.85 \times 206,016 \\
 &= 175,1136 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

➤ Kontrol kekuatan desain

- Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 95 )

Dimana :

$\phi_t$  = Factor resistensi untuk keadaan batas pelelehan ( 0,90 )

$F_y$  = Tegangan leleh baja = 2900 kg/cm<sup>2</sup>

$A_g$  = Luas penampang bruto

$T_n$  = Kekuatan nominal batang tarik ( kg )

Maka :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g \geq T_u$$

$$0,90 \times 2900 \times 232 \geq 73613,05468 \text{ kg}$$

$$605520 \text{ kg} \geq 73613,05468 \text{ kg}$$

- Didasarkan pada retakan penampang bersih :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_t \cdot A_c = 0,75 \cdot F_u \cdot A_c$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal.95 )

Dimana :

$\phi_t$  = Factor resistensi untuk keadaan batas pelelehan ( 0,75 )

$F_u$  = Kekuatan tarik baja struktur =  $5000 \text{ kg/cm}^2$

$A_c$  = Luas bersih efektif antar batang tarik

$T_n$  = Kekuatan nominal batang tarik ( kg )

Maka :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_u \cdot A_c \geq T_u$$

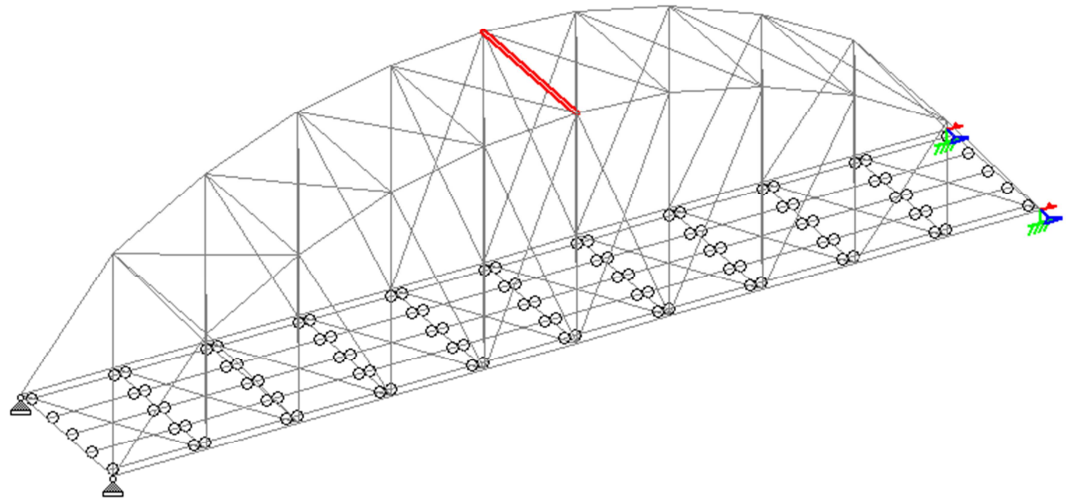
$$0,75 \times 5000 \times 206,016 \geq 73613,05468 \text{ kg}$$

$$772560 \text{ kg} \geq 73613,05468 \text{ kg}$$

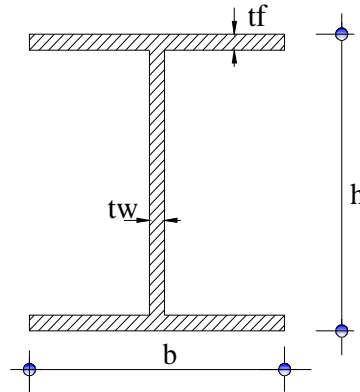
dari hasil dua kriteria diatas, maka diambil kekuatan desain yang

lebih kecil yaitu  $605520 \text{ kg} \geq 73613,05468 \text{ kg}$  ( Profil aman )

#### ✚ Batang No 254 ( Batang tarik Melintang atas )



### Dimensi Batang Profil WF 200 x 200 x 8 x 12



Gambar 4.19 profil gelagar Induk

Factor beban untuk baja = 1,1

$A = 63.53 \text{ cm}^2$                        $H = 200 \text{ mm}$        $B = 200 \text{ mm}$

$I_x = 4720 \text{ cm}^4$                        $tw = 8 \text{ mm}$

$I_y = 1600 \text{ cm}^4$                        $tf = 12 \text{ mm}$

Syarat kekakuan nominal batang tarik berdasarkan LRFD,  $\phi_t \cdot T_n \geq T_u$

Dimana :

$\phi_c$  = factor resistensi yang berkaitan dengan kekuatan tarik

$T_n$  = kekuatan nominal batang tekan

$T_u$  = beban layan terfaktor

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor

$T_u = 15810,38281 \text{ kg}$

➤ Cek rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300$$

Dimana :

L = panjang batang yang ditinjau

$$r = \text{radius girasi terkecil } r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 92)

Menghitung radius girasi

$$rx = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{4720}{63.53}} = 8.619 \text{ cm}$$

$$ry = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{1600}{63.53}} = 5.018 \text{ cm}$$

rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300 = \frac{750}{5.018} = 149.462 \leq 300$$

Adapun perhitungan dimensi batang tarik meliputi :

➤ Menghitung luas nominal

Digunakan baut A 490 dengan diameter 7/8 inchi = 2.22 cm

$$\begin{aligned} \text{Lebar lubang baut} &= D \text{ baut} + 0.1 \\ &= 2.32 \text{ cm} \end{aligned}$$

Luas nominal plat :

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - (\text{lebar lubang baut} \times \text{tebal flens} \times n) \\ &= 63,53 - (2.32 \times 1.2 \times 4) \\ &= 52,394 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Luas bersih plat ( Luas efektif penampang ) berdasarkan :

$$A_c = U \cdot A_n$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992  
hal. 86 )

Dimana :

U = koefisien reduksi yang nilainya tidak boleh lebih dari 85%

Maka :

$$\begin{aligned} A_c &= U \cdot A_n \\ &= 0.85 \times 52,394 \\ &= 44,5349 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

➤ Kontrol kekuatan desain

- Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid  
I, 1992 hal. 95 )

Dimana :

$\phi_t$  = Factor resistensi untuk keadaan batas pelelehan ( 0,90 )

$F_y$  = Tegangan leleh baja = 2900 kg/cm<sup>2</sup>

$A_g$  = Luas penampang bruto

$T_n$  = Kekuatan nominal batang tarik ( kg )

Maka :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g \geq T_u$$

$$0.90 \times 2900 \times 63,53 \geq 15810,38281 \text{ kg}$$



$$165813,3 \text{ kg} \geq 15810,38281 \text{ kg}$$

- Didasarkan pada retakan penampang bersih :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_t \cdot A_c = 0.75 \cdot F_u \cdot A_c$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal.95 )

Dimana :

$\phi_t$  = Factor resistensi untuk keadaan batas pelelehan ( 0,75 )

$F_u$  = Kekuatan tarik baja struktur = 5000 kg/cm<sup>2</sup>

$A_c$  = Luas bersih efektif antar batang tarik

$T_n$  = Kekuatan nominal batang tarik ( kg )

Maka :

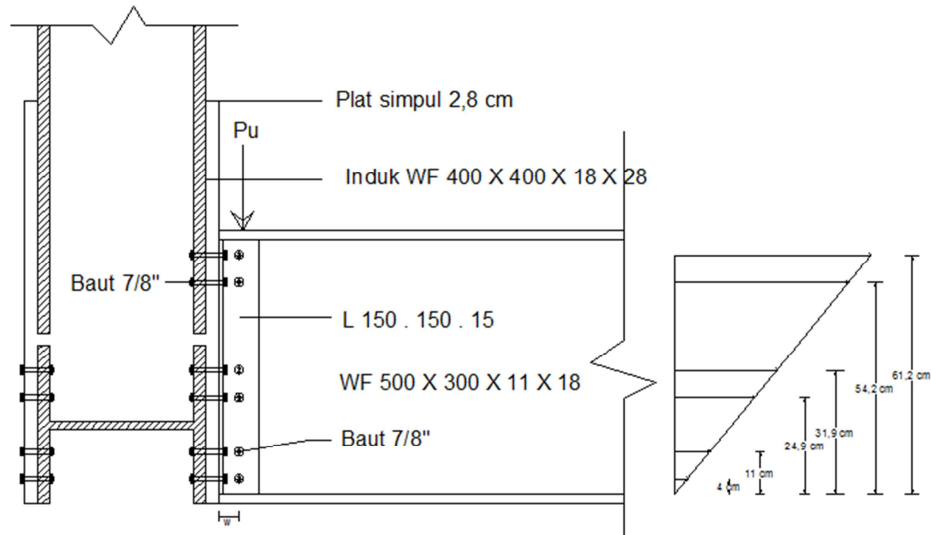
$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_u \cdot A_c \geq T_u$$

$$0.75 \times 5000 \times 44,5349 \geq 15810,38281 \text{ kg}$$

$$167005,875 \text{ kg} \geq 15810,38281 \text{ kg}$$

dari hasil dua kriteria diatas, maka diambil kekuatan desain yang lebih kecil yaitu  $165813,3 \text{ kg} \geq 15810,38281 \text{ kg}$  ( Profil aman )

#### 4.9 Perencanaan Sambungan Gelagar Induk dan Melintang



Gambar 3.39 Sambungan Gelagar Induk Dan Gelagar Melintang

✚ Direncanakan menggunakan baut A490 Ø 7/8

$$\text{Ø Baut} = 7/8'' = 2,222 \text{ cm}$$

$$\text{Ø lubang ( db )} = 2,222 + 0,2 = 2,422 \text{ cm}$$

$$F_u^b = \text{kuat tarik bahan baut} = 1035 \text{ Mpa}$$

$$F_u = \text{Tegangan putus minimum} = 500 \text{ Mpa, Bj 50}$$

$$\text{Luas } A_b = \frac{1}{4} \times \eta \times 22,22^2 = 387,577 \text{ mm}^2$$

Dicoba menggunakan profil L 100.100.10 untuk irisan Tunggal dan Ganda.

✚ Besarnya gaya geser yang bekerja pada gelagar ( Pu )

$$P_u = 43094,45471 \text{ kg ( Vu Total gelagar melintang )}$$

#### 4.9.1 Sambungan irisan tunggal ( melintang )

✓ **Kekuatan tarik desain baut**

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 132)

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi.(0,75.Fu^b)Ab \\ &= 0,75.(0,75.1035).387,577 \\ &= 225478,976\text{ N} \\ &= 22547,8976\text{ kg}\end{aligned}$$

✓ **Kekuatan geser desain baut**

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 132)

Banyaknya bidang geser yang terlibat adalah 1 karena merupakan sambungan irisan tunggal, sehingga  $m = 1$

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi.(0,60.Fu^b)m.Ab \\ &= 0,65.(0,60.1035).1.387,577 \\ &= 156332,090\text{ N} \\ &= 15633,2090\text{ kg}\end{aligned}$$

✓ **Kekuatan tumpu desain baut**

Perhitungan kekuatan tumpu desain pada perumusannya mempertimbangkan ketebalan plat yang akan disambung. Dalam hal ini ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan gelagar melintang yaitu ( $t_w = 1,1\text{ cm}$ ).

$$\begin{aligned}
\phi.Rn &= \phi.(2,4.d.t.Fu^p) \\
&= 0,75.(2,4.22,22.11.500) \\
&= 205312,8 \text{ N} \\
&= 20531,28 \text{ kg}
\end{aligned}$$

✓ **Kekuatan nominal**

$$\begin{aligned}
Tn &= 0,60.Fy.A_{ug} \\
&= 0,60 \times 2900.(1,1.(50 - 2 \times 1,8)) \\
&= 88809,6 \text{ kg} \\
&= 88809,6 \text{ kg} > Pu = 43094,45471 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$A_{ug}$  = Luas badan gelagar yang bersangkutan

#### 4.9.2 Sambungan irisan Ganda ( Melintang )

▪ **Kekuatan tarik desain**

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 132)

$$\begin{aligned}
\phi.Rn &= \phi.(0,75.Fu^b).Ab \\
&= 0,75.(0,75.1035).387,577 \\
&= 225478,976 \text{ N} \\
&= 22547,8976 \text{ kg}
\end{aligned}$$

✓ **Kekuatan geser desain baut**

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 132)

$$\begin{aligned}\phi .Rn &= \phi .(0,60 .Fu^b) .m .Ab \\ &= 0,65 .(0,60 .1035) .2.387,577 \\ &= 312664,180 \text{ N} \\ &= 31266,4180 \text{ kg}\end{aligned}$$

✓ **Kekuatan tumpu desain baut**

Perhitungan kekuatan tumpu desain pada perumusannya mempertimbangkan ketebalan plat yang akan disambung. Dalam hal ini ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan gelagar memanjang yaitu 0,8 cm =8 mm (Salmon : 134)

$$\begin{aligned}\phi .Rn &= \phi .(2,4 .d .t .Fu^p) \\ &= 0,75 .(2,4 \times 22,22 \times 8 \times 500) \\ &= 159984 \text{ N} \\ &= 15998,4 \text{ kg}\end{aligned}$$

✓ **Kekuatan nominal**

$$\begin{aligned}Tn &= 0,60 .Fy .A_{ug} \\ &= 0,60 .2900 .(2.(29,8 - 1.3)) \\ &= 99180 \text{ kg} \\ &= 99180 \text{ kg} > Pu = 43094,45471 \text{ kg}\end{aligned}$$

$A_{ug}$  = Luas badan gelagar yang bersangkutan

✓ **Momen ultimit**

$$\begin{aligned} M_u &= P_u \cdot w \\ &= 43094,45471 \cdot 5,5 \\ &= 237019,5009 \text{ kg} \end{aligned}$$

✓ **Jarak Baut :**

Syarat penyusunan baut :

Jarak tepi baut,  $L = 1,5 d_b < L < 3 d_b$

Jarak antar baut,  $L = 3 d_b < L < 7 d_b$

- Syarat jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5 d_b = 1,5 \cdot 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3 d_b = 3 \cdot 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil jarak tepi baut 4 cm.

- Syarat jarak antar baut :

$$3 d_b = 3 \cdot 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

$$7 d_b = 7 \cdot 2,222 = 15,554 \text{ cm}$$

Diambil jarak antar baut 7 cm

✓ **Menentukan jumlah baut ( n ) :**

$$n = \sqrt{\frac{6 \times M_u}{\phi R n . p}}$$

Dimana :

$n$  = jumlah baut

$R = \phi \cdot R_n$  kekuatan (tarik, geser dan tumpu desain baut akan diambil

hasil dari persamaan kuat desain baut yang nialinya lebih

kecil), ( kg )

$p$  = jarak antar baut 7 cm

$$n = \sqrt{\frac{6 \times 237019,5009}{15998,4 \times 7}}$$

$$n = 3,56 \approx 12 \text{ buah}$$

✓ **Ketebalan plat yang digunakan adalah :**

syarat

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot L}$$

$$1 \geq \frac{43094,4547 \text{ 1/12}}{0,75 \times 2900 \times 4} = 0,41 \text{ cm}$$

Maka digunakan plat penyambung siku L 100.100.10

dengan tebal 1 cm.

✓ **Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung**

✓ **Kekuatan tarik desain  $\geq$  beban tarik terfaktor baut :**

$$\phi_t \cdot R_{nt} \geq R_{ut}$$

Dimana :

$\phi_t \cdot R_{nt}$  = kekuatan tarik desain

Rut = beban tarik terfaktor baut

$$R_{ut} = \frac{M_u \times y}{\sum y^2} = \frac{237019,5009 \times 61,2}{(4^2 + 11^2 + 24,9^2 + 31,9^2 + 54,2^2 + 61,2^2)} = 1715,075 \text{ kg}$$

**Kontrol :**

$$\phi \cdot R_n \geq R_{ut}$$

$$22547,8979 \text{ kg} \geq 1715,075 \text{ kg} \quad (\text{aman})$$

✓ **Kekuatan geser desain  $\geq$  beban geser terfaktor baut :**

$$\phi_v \cdot R_{nv} \geq R_{uv}$$

Dimana :

$$\phi_v \cdot R_{nv} = \text{kekuatan geser desain} = 31266,4180 \text{ kg}$$

Ruv = Beban geser terfaktor

$$R_{uv} = \frac{P_u}{\sum n} = \frac{237019,5009}{12} = 19751,625 \text{ kg}$$

**Kontrol :**

$$\phi_v \cdot R_{nv} \geq R_{uv}$$

$$31266,4180 \geq 19751,625 \text{ kg} \quad (\text{aman})$$



#### 4.10 Sambungan Gelagar Induk-Induk

❖ Perhitungan kekuatan Baut

Digunakan baut A490 dengan diameter,  $\varnothing_{\text{baut}} = 7/8" = 22,22 \text{ mm}$

Kekuatan tarik baut,  $F_u^b = 1035 \text{ Mpa} = 10350 \text{ kg/cm}^2$

▪ Luas Baut :

$$A_b = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$A_b = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 22,22^2 = 387,577 \text{ mm}^2$$

▪  $\varnothing_{\text{lubang baut}} = 22,22 + 0,1 = 23,22 \text{ mm}$

❖ Kekuatan geser desain

Banyaknya bidang geser yang terlibat adalah 1, karena merupakan sambungan irisan tunggal, sehingga  $m = 1$

$$\begin{aligned} \phi \cdot R_n &= \phi \cdot (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b \\ &= 0,65 \times (0,60 \times 1035) \times 1 \times 387,577 \\ &= 156445,4561 \\ &= 15644,54561 \text{ kg} \end{aligned}$$

❖ Kekuatan Tumpu desain

Tebal plat simpul = 2,8 cm

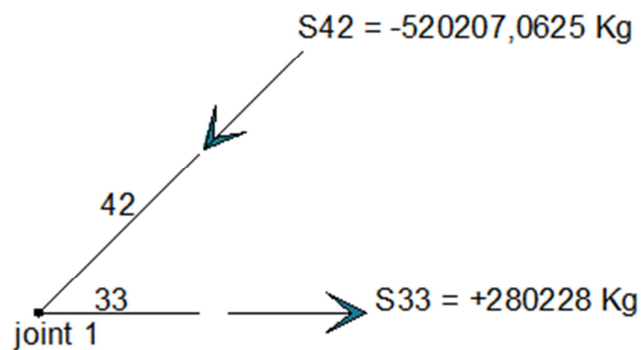
$$\varnothing_{\text{lubang}} = 23,22 \text{ mm} = 2,322 \text{ cm}$$

$$\phi = 0,75 \quad F_u = 5000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \phi.Rn &= \phi \times (2,4 \times d \times t \times Fu) \\
 &= 0,75 \times (2,4 \times 23,22 \times 2,8 \times 500) \\
 &= 58514,4 \text{ N} \\
 &= 8305,93 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Gaya nominal pada tiap batang, diambil dari staad pro

### ✚ Sambungan Baut Pada Joint 1



### ❖ Perhitungan sambungan

$$S_{42} = -520207,0625 \text{ kg}$$

$$S_{33} = +280228 \text{ kg}$$

#### ➤ Batang No 42 ( batang tekan )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s42} = \frac{520207,0625}{15644,54561} = 33,15 \text{ dipasang} = 36 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{520207,0625 / 36}{0,75.5000.4} = 0,96 \text{ m}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

#### ➤ Batang No 33 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s33} = \frac{280228}{15644,54561} = 17,91 \text{ dipasang} = 20 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{280228 / 20}{0,75.5000.4} = 0,93 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

#### ❖ kontrol plat simpul sambungan Gelagar Induk *join 1*

cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja ( lihat gambar simpul join 1 )

Diameter baut yang digunakan, D = 7/8 inch

Tegangan plat Bj 50, fy = 2900 kg/cm<sup>2</sup>

Diameter lubang 7/8" = 22.22 mm

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$A_g = t \times b$$

$$= 4 \times 101,5 = 406 \text{ cm}$$

Dimana : t = tebal plat simpul

b = jarak potongan yang terpendek

- Luas pelat bersih :

$$\begin{aligned}A_n &= A_g - ((n \times d) \times t) \\&= 406 - ((3 \times 2,322) \times 4) \\&= 378,136 \text{ cm}\end{aligned}$$

Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = \left(101,5 \times 4 \times \frac{101,5}{2}\right) - (2,322 \times 4 \times 20,9) - (2,322 \times 4 \times 24,3)$$

$$378,136 \times Y_a = (20604,5) - (194,1192) - (225,6984)$$

$$Y_a = \frac{20184,6824}{378,136} = 53,38 \text{ cm}$$

$$Y_b = 101,5 - 53,38 = 48,12 \text{ cm}$$

- Batang No 42

$$P_{42} = \frac{520207,0625}{2} = 260103,5313 \text{ kg}$$

$$D_{42} = 260103,5313 \cos 18$$

$$= 247373,1584 \text{ kg}$$

$$N_{42} = 260103,5313 \sin 18$$

$$= 80376,41147 \text{ kg}$$

- Batang No 33

$$P_{33} = \frac{280228}{2} = 140114 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} D_{33} &= 140114 \cos 27 \\ &= 124824,4881 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{33} &= 140114 \sin 27 \\ &= 63610,42 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_u \text{ total} &= D_{42} + D_{33} \\ &= 247373,1584 + 124824,4881 \\ &= 364898,0144 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_u \text{ total} &= N_{42} + N_{33} \\ &= 80376,41147 + 63610,42 \\ &= 154397,66 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} M_u &= (D_{42} \times Z_1) - (D_{33} \times Z_2) \\ &= (247373,1584 \times 32,4) - (124824,4881 \times 23,9) \\ &= 5031585,067 \text{ kg cm} \end{aligned}$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times t \times h^2$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times 3 \times 101,5^2 = 5151,125 \text{ cm}$$

$$F_{cr} = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = \frac{154397,66}{378,136} + \frac{5031585,067}{5151,125} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 1385 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \quad \mathbf{ok}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{364898,014}{378,136} = 964,99 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \quad \mathbf{ok}$$

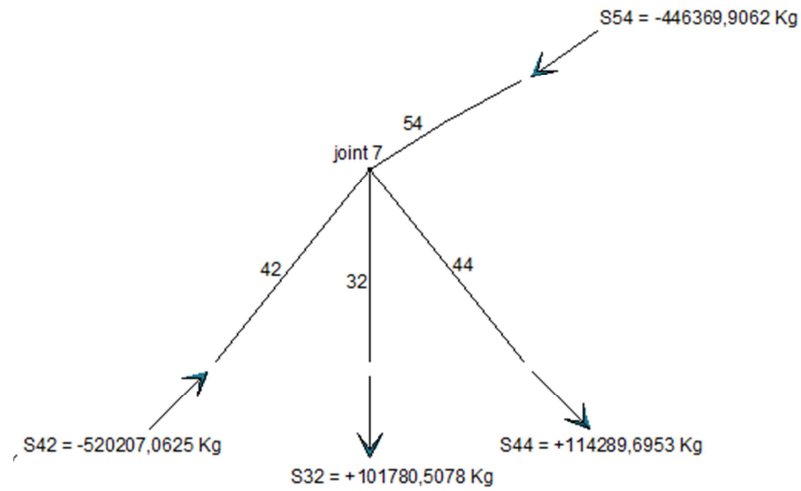
$$F_R = \sqrt{1385^2 + 964,99^2} = 1688,025 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \quad \mathbf{ok}$$



Skala 1 :  
25



### ✚ Sambungan Baut Pada Joint 7



### ❖ Perhitungan sambungan

$$S_{42} = -520207,0625 \text{ kg}$$

$$S_{54} = -446369,9062 \text{ kg}$$

$$S_{32} = +101780,5078 \text{ kg}$$

$$S_{44} = +114289,6953 \text{ kg}$$

### ➤ Batang No 42 ( batang tekan )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s42} = \frac{520207,0625}{15644,54561} = 33,25 \text{ dipasang} = 36 \text{ buah}$$

- Mentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{520207,0625 / 36}{0,75.5000.4} = 0,96 \text{ m}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

➤ **Batang No 54 ( batang tekan )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s54} = \frac{446369,9062}{15644,54561} = 28,53 \text{ dipasang} = 32 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{446369,9062 / 32}{0,75.5000.4} = 0,93 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8

cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 12 cm

#### ➤ Batang No 32 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s32} = \frac{101780,5078}{15644,54561} = 6,50 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Mentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

$$t \geq \frac{101780,5078 / 16}{0,75 \cdot 5000 \cdot 4} = 0,42 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

➤ **Batang No 44 ( batang tarik )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s44} = \frac{114289,6953}{15644,54561} = 7,330 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

$$t \geq \frac{114289,6935 / 16}{0,75 \cdot 5000 \cdot 4} = 0,24 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

#### ❖ kontrol plat simpul sambungan Gelagar Induk *join 7*

cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja ( lihat gambar simpul join 1 )

Diameter baut yang digunakan, D = 7/8 inch

Tegangan plat Bj 50,  $f_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang 7/8" = 22.22 mm

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$A_g = t \times b$$

$$= 3 \times 89,9 = 269,7 \text{ cm}$$

Dimana : t = tebal plat simpul

b = jarak potongan yang terpendek

- Luas pelat bersih :

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - ((n \times d) \times t) \\ &= 269,7 - ((3 \times 2.322) \times 4) \\ &= 248,802 \text{ cm} \end{aligned}$$

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = \left( 89,9 \times 4 \times \frac{89,9}{2} \right) - (2,322 \times 4 \times 20) - (2,322 \times 4 \times 26)$$

$$248,802 \times Y_a = (19020,301) - (262,757) - (237,494)$$

$$Y_a = \frac{18520,05}{248,802} = 47,44 \text{ cm}$$

$$Y_b = 89,9 - 47,44 = 42,46 \text{ cm}$$

- Batang No 42

$$P_{42} = \frac{520207,0625}{2} = 260103,5313 \text{ kg}$$

$$D_{42} = 260103,5313 \cos 1$$

$$= 260063,9162 \text{ kg}$$

$$N_{42} = 260103,5313 \sin 1$$

$$= 4539,43 \text{ kg}$$

- Batang No 32

$$P_{32} = \frac{101780,5078}{2} = 50890,2539 \text{ kg}$$

$$D_{32} = 50890,2539 \cos 40$$

$$= 115588,6405 \text{ kg}$$

$$N_{32} = 150890,2539 \sin 40$$

$$= 96990,38 \text{ kg}$$

$$V_u \text{ total} = D_{42} + D_{32}$$

$$= 260063,9162 + 115588,6405$$

$$= 375652,5567 \text{ kg}$$

$$N_u \text{ total} = N_{42} + N_{32}$$

$$= 4539,43 + 96990,38$$

$$= 101529,81 \text{ kg}$$

➤ Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = (D_{42} \times Z_1) - (D_{32} \times Z_2)$$

$$= (260063,9162 \times 27,5) - (115588,6405 \times 16,4)$$

$$= 5256103,991 \text{ kg cm}$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times t \times h^2$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times 3 \times 89,9^2 = 4041,005 \text{ cm}$$

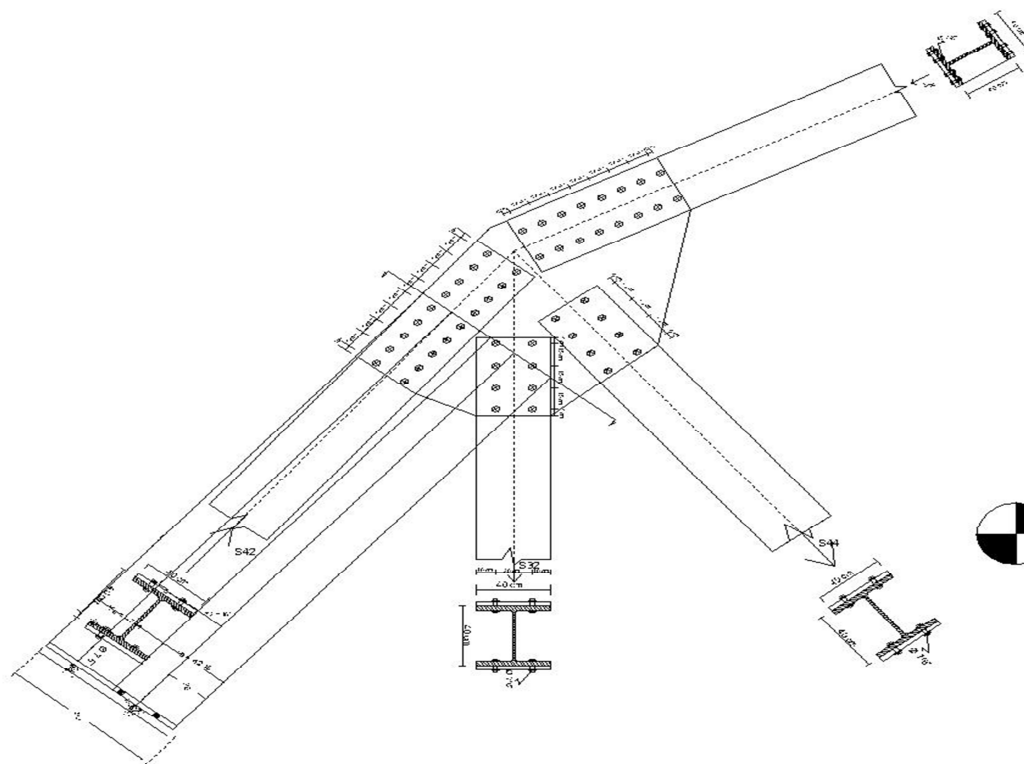
$$F_{cr} = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = \frac{101529,81}{248,802} + \frac{5256103,99}{4041,005} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 1708,77 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{375652,5567}{248,802} = 1509,84 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$F_R = \sqrt{1708,77^2 + 1509,84^2} = 2280,24 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$



SAMBUNGAN GELAGAR INDUK-INDUK JOIN 7

Skala 1 :  
25



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG

FAKULTAS TEKNIK SIPIL &  
PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI  
PERENCANAAN STRUKTUR ATAS  
JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD  
DI KECAMATAN MUARAANALONG

URAIAN :

DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI

NIM : 12.21.013

NAMA GAMBAR :  
DETAIL SAMBUNGAN

DOSEN  
PEMBIMBING 1 :

DOSEN  
PEMBIMBING 2 :

TANGGAL :

No Gambar :

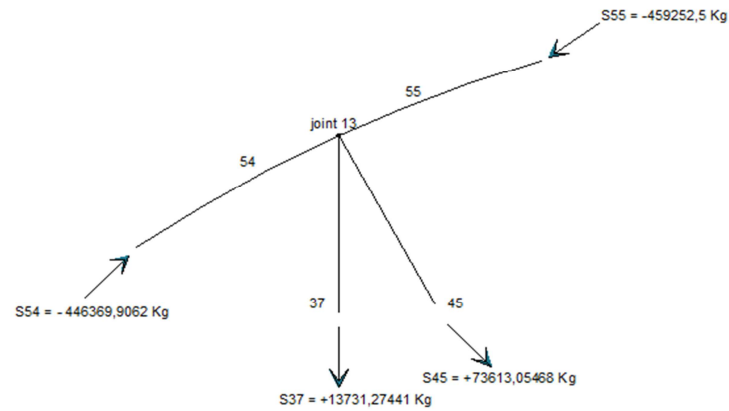
Skala :

( )

( )



### ✚ Sambungan Baut Pada Joint 13



### ❖ Perhitungan sambungan

$$S_{54} = -446369,9062 \text{ kg}$$

$$S_{55} = -459252,5 \text{ kg}$$

$$S_{37} = +13731,27441 \text{ kg}$$

$$S_{45} = +23278,71093 \text{ kg}$$

### ➤ Batang No 54 ( batang tekan )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s54} = \frac{446369,9062}{15644,54561} = 28,53 \text{ dipasang} = 32 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{446369,9062 / 32}{0,75.5000.4} = 1,24 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8

cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 12 cm

➤ **Batang No 55 ( batang tekan )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s55} = \frac{459252,5}{15644,54561} = 29,35 \text{ dipasang} = 32 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

$$t \geq \frac{459252,5 / 32}{0,75 \cdot 5000 \cdot 4} = 1,27 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 12 cm

➤ **Batang No 37 ( batang tarik )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s37} = \frac{13731,27441}{15644,54561} = 0,88 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

$$t \geq \frac{13731,27441/16}{0,75.5000.4} = 0,08 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8

cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

➤ **Batang No 45 ( batang tarik )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s44} = \frac{73613,05468}{15644,54561} = 4,70 \text{ dipasang} = 24 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.F_u.t}$$

$$t \geq \frac{73613,05468 / 24}{0,75.5000.4} = 0,41 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$3d - 7d$

Jadi :  $3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$

$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$

Diambil 15 cm

#### ❖ kontrol plat simpul sambungan Gelagar Induk *join 13*

cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja ( lihat gambar simpul join 1 )

Diameter baut yang digunakan,  $D = 7/8 \text{ inch}$

Tegangan plat Bj 50,  $f_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang  $7/8'' = 22.22 \text{ mm}$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$A_g = t \times b$$

$$= 3 \times 93,5 = 280,5 \text{ cm}$$

Dimana :  $t$  = tebal plat simpul

$b$  = jarak potongan yang terpendek

- Luas pelat bersih :

$$A_n = A_g - ((n \times d) \times t)$$

$$= 280,5 - ((3 \times 2.322) \times 3)$$

$$= 259,602 \text{ cm}$$

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = \left( 93,5 \times 3 \times \frac{93,5}{2} \right) - (2.322 \times 3 \times 20,1) - (2.322 \times 3 \times 22)$$

$$259,602 \times Y_a = (13113,375) - (140,0166) - (153,252)$$

$$Y_a = \frac{12820,1064}{259,602} = 49,38 \text{ cm}$$

$$Y_b = 93,5 - 49,38 = 44,12 \text{ cm}$$

- Batang No 37

$$P_{37} = \frac{38763,36328}{2} = 19381,68164 \text{ kg}$$

$$D_{37} = 19381,68164 \cos 5$$

$$= 19307,92849 \text{ kg}$$

$$N_{37} = 19381,68164 \sin 5$$

$$= 1689,224 \text{ kg}$$

- Batang No 45

$$P_{46} = \frac{46140,37109}{2} = 23070,18555 \text{ kg}$$

$$D_{45} = 23070,18555 \cos 24$$

$$= 21075,66322 \text{ kg}$$

$$N_{45} = 23070,18555 \sin 24$$

$$= 9383,49 \text{ kg}$$

$$V_u \text{ total} = D_{37} + D_{45}$$

$$= 19307,92849 + 21075,66322$$

$$= 40383,59171 \text{ kg}$$

$$Nu_{\text{total}} = N_{37} + N_{45}$$

$$= 1689,224 + 9383,49$$

$$= 11072,714 \text{ kg}$$

➤ Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$Mu = (D_{36} \times Z_1) - (D_{46} \times Z_2)$$

$$= (19307,92849 \times 29,3) - (21075,66322 \times 22,1)$$

$$= 99950,1476 \text{ kg cm}$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times t \times h^2$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times 3 \times 93,5^2 = 4371,125 \text{ cm}$$

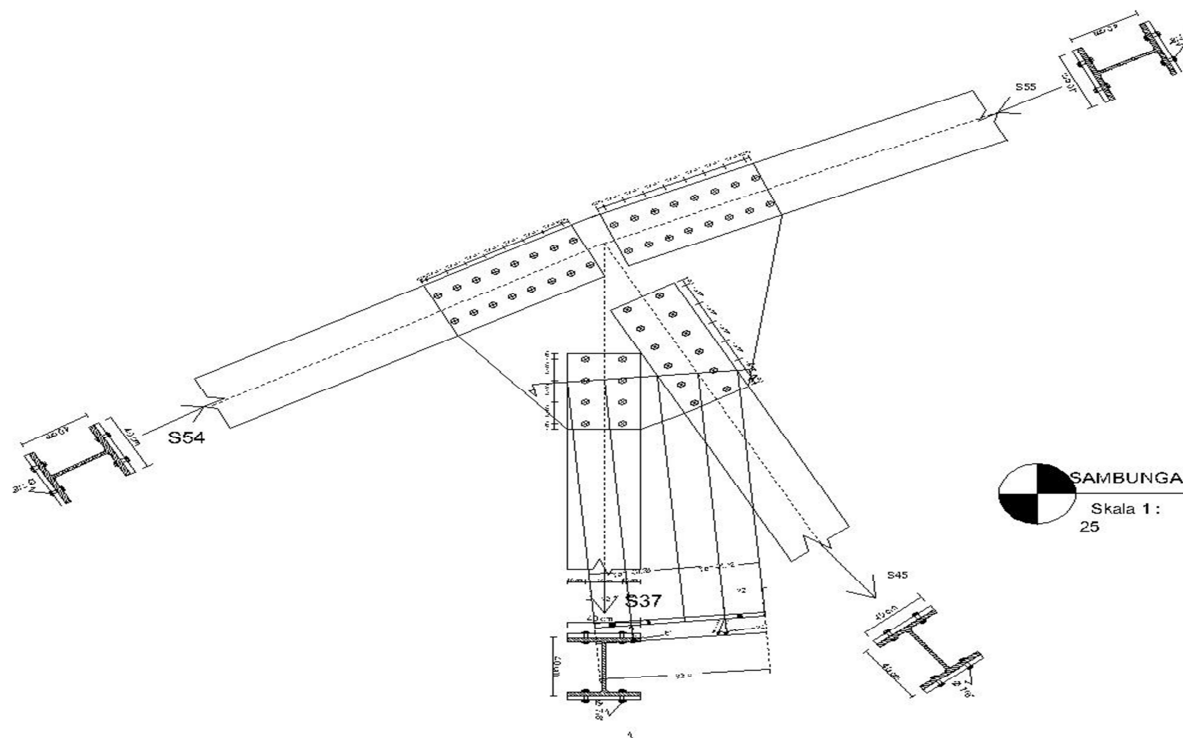
$$F_{cr} = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Z_x} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = \frac{11072,714}{259,602} + \frac{99950,1476}{4371,125} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 1115,17 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$F_v = \frac{Vu}{An} = \frac{40383,59171}{259,602} = 155,56 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$FR = \sqrt{1115,17^2 + 155,56^2} = 1125,97 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$



SAMBUNGAN GELAGAR INDUK-INDUK JOIN 13

Skala 1 :  
25



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL &  
PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI  
PERENCANAAN STRUKTUR ATAS  
JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD  
DI KECAMATAN MUARAANALONG

URAIAN :

DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI

NIM : 12.21.013

NAMA GAMBAR :  
DETAIL SAMBUNGAN

DOSEN  
PEMBIMBING 1 :

DOSEN  
PEMBIMBING 2 :

TANGGAL :

No Gambar :

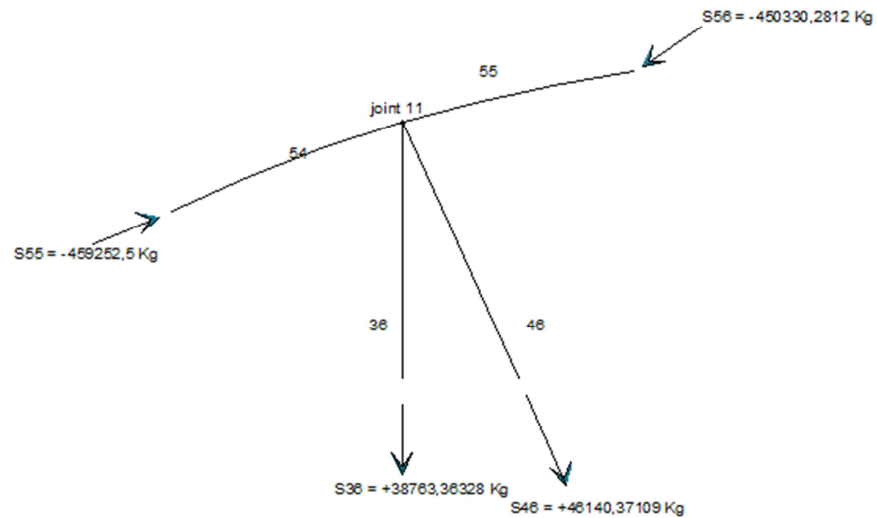
Skala :

( )

( )



### ✚ Sambungan Baut Pada Joint 11



### ❖ Perhitungan sambungan

$$S_{55} = -459252,5 \text{ kg}$$

$$S_{56} = -450330,2812 \text{ kg}$$

$$S_{36} = +38763,36328 \text{ kg}$$

$$S_{46} = +46140,37109 \text{ kg}$$

### ➤ Batang No 55 ( batang tekan )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s55} = \frac{459252,5}{15644,54561} = 29,35 \text{ dipasang} = 32 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{459252,5 / 32}{0,75.5000.4} = 1,27 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 12 cm

#### ➤ **Batang No 56 ( batang tekan )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s56} = \frac{450330,2812}{15644,54561} = 28,78 \text{ dipasang} = 32 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{450330,2812 / 32}{0,75.5000.4} = 1,25 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 12 cm

#### ➤ Batang No 36 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s36} = \frac{38763,36328}{15644,54561} = 2,48 \text{ dipasang} = 32 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1,5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

$$t \geq \frac{38763,36328 / 16}{0,75 \cdot 5000 \cdot 4} = 0,21 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8

cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

#### ➤ Batang No 46 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s46} = \frac{46140,37109}{15644,54561} = 2,95 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

$$t \geq \frac{46140,37109 / 16}{0,75 \cdot 5000 \cdot 4} = 0,26 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8

cm

Jarak antar baut

$3d - 7d$

Jadi :  $3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$

$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$

Diambil 15 cm

#### ❖ kontrol plat simpul sambungan Gelagar Induk *join 11*

cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja ( lihat gambar simpul

join 1 )

Diameter baut yang digunakan,  $D = 7/8 \text{ inch}$

Tegangan plat Bj 50,  $f_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang  $7/8'' = 22.22 \text{ mm}$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$A_g = t \times b$$

$$= 3 \times 89,8 = 269,4 \text{ cm}$$

Dimana :  $t$  = tebal plat simpul

$b$  = jarak potongan yang terpendek

- Luas pelat bersih :

$$A_n = A_g - ((n \times d) \times t)$$

$$= 269,4 - ((3 \times 2.322) \times 3)$$

$$= 248,502 \text{ cm}$$

- Menentukan letak titik berat

$$An \times Ya = \left( 89,8 \times 3 \times \frac{89,8}{2} \right) - (2.322 \times 3 \times 20,1) - (2.322 \times 3 \times 22,9)$$

$$248,502 \times Ya = (12096) - (140,0166) - (159,5214)$$

$$Ya = \frac{11796,462}{248,502} = 47,47 \text{ cm}$$

$$Yb = 89,8 - 47,47 = 42,33 \text{ cm}$$

- Batang No 36

$$P36 = \frac{38763,36328}{2} = 19381,68164 \text{ kg}$$

$$D36 = 19381,68 \cos 5$$

$$= 18307,93 \text{ kg}$$

$$N36 = 19381,68 \sin 5$$

$$= 1689,22 \text{ kg}$$

- Batang No 46

$$P46 = \frac{46140,37109}{2} = 23070,18555 \text{ kg}$$

$$D46 = 23070,18555 \cos 29$$

$$= 20177,64 \text{ kg}$$

$$N46 = 23070,18555 \sin 29$$

$$= 11184,65 \text{ kg}$$

$$Vu \text{ total} = D 36 + D 46$$

$$= 18307,93 + 20177,64$$

$$= 28485,57 \text{ kg}$$

$$Nu \text{ total} = N_{36} + N_{46}$$

$$= 1689,22 + 11184,65$$

$$= 12873,87 \text{ kg}$$

➤ Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$Mu = (D_{36} \times Z_1) - (D_{46} \times Z_2)$$

$$= (18307,93 \times 27,4) - (20177,64 \times 19,4)$$

$$= 110191,066 \text{ kg cm}$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times t \times h^2$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times 3 \times 89,8^2 = 4032,02 \text{ cm}$$

$$F_{cr} = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Z_x} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = \frac{12873,87}{248,502} + \frac{110191,066}{4032,02} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 79,13 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$F_v = \frac{Vu}{An} = \frac{28485,57}{248,502} = 114,63 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$FR = \sqrt{79,13^2 + 114,63^2} = 139,29 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

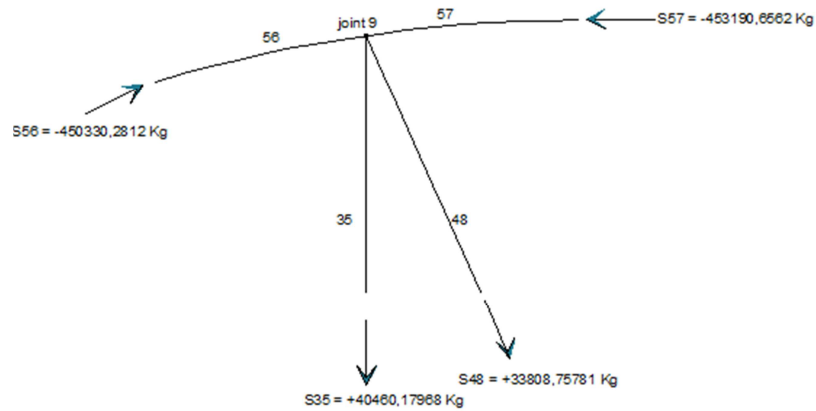


Skala 1 :  
25





## Sambungan Baut Pada Joint 9



### ❖ Perhitungan sambungan

$$S_{56} = -450330,2812 \text{ kg}$$

$$S_{57} = -453190,6562 \text{ kg}$$

$$S_{35} = +40460,17968 \text{ kg}$$

$$S_{48} = +33808,75781 \text{ kg}$$

### ➤ Batang No 56 ( batang tekan )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s56} = \frac{450330,2812}{15644,54561} = 28,78 \text{ dipasang} = 32 \text{ buah}$$

- Mentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{450330,2812 / 32}{0,75.5000.4} = 1,25 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8

cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

#### ➤ **Batang No 57 ( batang tekan )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s57} = \frac{453190,6562}{15644,54561} = 28,97 \text{ dipasang} = 32 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{453190,6562 / 32}{0,75.5000.4} = 1,26 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8

cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

#### ➤ Batang No 35 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s35} = \frac{40460,17968}{15644,54561} = 2,59 \text{ dipasang} = 32 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.F_u.t}$$

$$t \geq \frac{40460,17968 / 32}{0,75.5000.4} = 0,22 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$3d - 7d$

Jadi :  $3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$

$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$

Diambil 15 cm

➤ **Batang No 48 ( batang tarik )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s48} = \frac{33808,75781}{15644,54561} = 2,16 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$1,5d - 3d$

Jadi :  $1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$

$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

$$t \geq \frac{33808,75781/16}{0,75 \cdot 5000 \cdot 4} = 0,19 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

#### ❖ kontrol plat simpul sambungan Gelagar Induk *join 9*

cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja ( lihat gambar simpul join 1 )

Diameter baut yang digunakan,  $D = 7/8 \text{ inch}$

Tegangan plat Bj 50,  $f_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang  $7/8'' = 22.22 \text{ mm}$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$A_g = t \times b$$

$$= 3 \times 96,8 = 290,4 \text{ cm}$$

Dimana :  $t$  = tebal plat simpul

$b$  = jarak potongan yang terpendek

- Luas pelat bersih :

$$A_n = A_g - ((n \times d) \times t)$$

$$= 290,4 - ((3 \times 2.322) \times 3)$$

$$= 269,502 \text{ cm}$$

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = \left( 96,8 \times 3 \times \frac{96,8}{2} \right) - (2.322 \times 3 \times 20) - (2.322 \times 3 \times 22,1)$$

$$269,502 \times Y_a = (14055,36) - (139,32) - (153,9486)$$

$$Y_a = \frac{13762,0914}{269,502} = 51,06 \text{ cm}$$

$$Y_b = 96,8 - 51,06 = 45,74 \text{ cm}$$

▪ Batang No 35

$$P_{35} = \frac{4046017968}{2} = 2023009 \text{ kg}$$

$$D_{35} = 20230,09 \cos 3$$

$$= 20202,36 \text{ kg}$$

$$N_{35} = 20230,09 \sin 3$$

$$= 1058,76 \text{ kg}$$

▪ Batang No 48

$$P_{48} = \frac{3380875781}{2} = 16904,38 \text{ kg}$$

$$D_{48} = 16904,38 \cos 25$$

$$= 15320,571 \text{ kg}$$

$$N_{48} = 16904,38 \sin 25$$

$$= 7144,1 \text{ kg}$$

$$V_u \text{ total} = D_{35} + D_{48}$$

$$= 20202,36 + 15320,571$$

$$= 35522,931 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 N_u \text{ total} &= N_{35} + N_{48} \\
 &= 1058,76 + 7144,1 \\
 &= 8202,86 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

➤ Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned}
 M_u &= (D_{35} \times Z_1) - (D_{48} \times Z_2) \\
 &= (20202,36 \times 31) - (15320,571 \times 23) \\
 &= 273993,027 \text{ kg cm}
 \end{aligned}$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times t \times h^2$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times 3 \times 96,8^2 = 4685,12 \text{ cm}$$

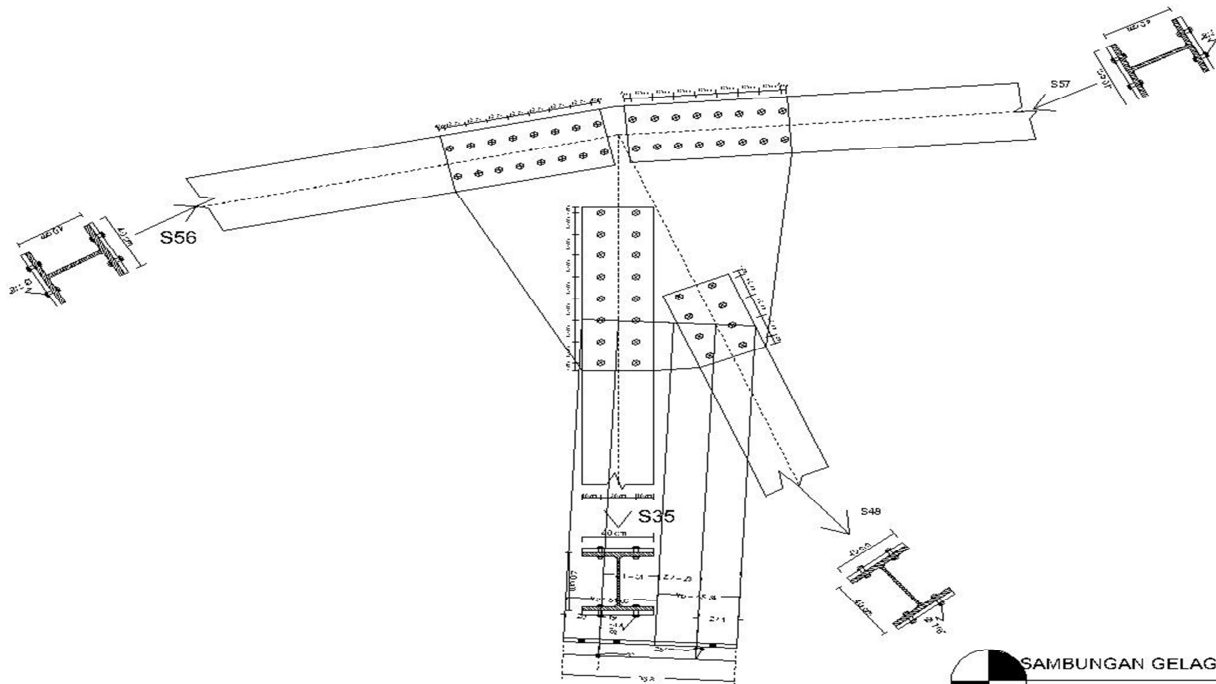
$$F_{cr} = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = \frac{8202,86}{269,502} + \frac{273993,027}{4685,12} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 88,92 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{35522,931}{269,502} = 131,81 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$F_R = \sqrt{88,92^2 + 131,81^2} = 159 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$



SAMBUNGAN GELAGAR INDUK-INDUK JOIN 9

Skala 1 :  
25



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL &  
PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI  
PERENCANAAN STRUKTUR ATAS  
JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD  
DI KECAMATAN MUARA ANCALONG

URAIAN :

DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI

NIM : 12.21.013

NAMA GAMBAR :  
DETAIL SAMBUNGAN

DOSEN  
PEMBIMBING 1 :

DOSEN  
PEMBIMBING 2 :

TANGGAL :

No Gambar :

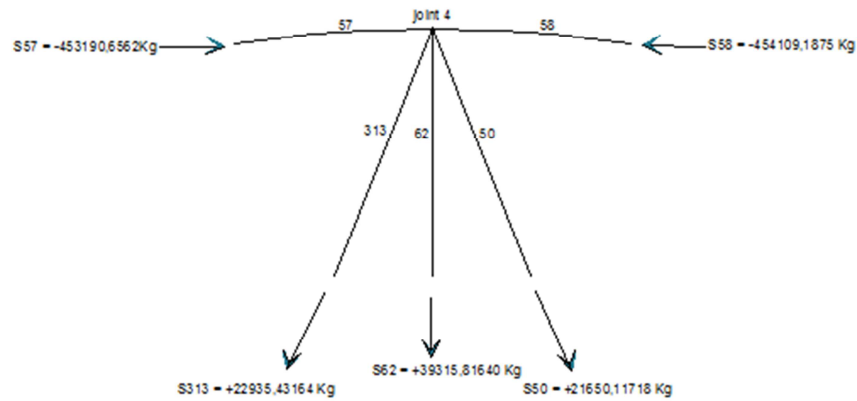
( )

( )

Skala :



#### ✚ Sambungan Baut Pada Joint 4



#### ❖ Perhitungan sambungan

$$S_{57} = -453190,6562 \text{ kg}$$

$$S_{58} = -454109,1875 \text{ kg}$$

$$S_{313} = +22935,43164 \text{ kg}$$

$$S_{62} = +39315,81640 \text{ kg}$$

$$S_{50} = +21650,11718 \text{ kg}$$

#### ➤ Batang No 57 ( batang tekan )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s57} = \frac{453190,6562}{15644,54561} = 28,97 \text{ dipasang} = 32 \text{ buah}$$

- Mentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$L \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$4 \geq \frac{453190,6562/32}{0,75.5000.3} = 1,26 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 12 cm

#### ➤ Batang No 58 ( batang tekan )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s56} = \frac{454109,1875}{15644,54561} = 29,02 \text{ dipasang} = 32 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{454109,1875 / 32}{0,75.5000.4} = 1,26 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 12 cm

### ➤ Batang No 313 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s313} = \frac{22935,431664}{15644,54561} = 1,47 \text{ dipasang} = 28 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{22935,431664 / 16}{0,75.5000.4} = 0,13 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8

cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

#### ➤ Batang No 62 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s62} = \frac{39315,81640}{15644,54561} = 2,51 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

$$t \geq \frac{39315,81640/16}{0,75 \cdot 5000 \cdot 4} = 0,22 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8

cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

➤ **Batang No 50 ( batang tarik )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s62} = \frac{21560,1718}{15644,54561} = 1,38 \text{ dipasang} = 28 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

$$t \geq \frac{21560,1718 / 28}{0,75 \cdot 50000 \cdot 4} = 0,12 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8

cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

#### ❖ kontrol plat simpul sambungan Gelagar Induk *join 4*

cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja ( lihat gambar simpul

join 1 )

Diameter baut yang digunakan, D = 7/8 inch

Tegangan plat Bj 50,  $f_y$  = 2900 kg/cm<sup>2</sup>

Diameter lubang 7/8" = 22.22 mm

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$A_g = t \times b$$

$$= 3 \times 93,4 = 280,2 \text{ cm}$$

Dimana :  $t$  = tebal plat simpul

$b$  = jarak potongan yang terpendek

- Luas pelat bersih :

$$\begin{aligned}A_n &= A_g - ((n \times d) \times t) \\&= 280,2 - ((3 \times 2.322) \times 3) \\&= 259,302 \text{ cm}\end{aligned}$$

- Menentukan letak titik berat

$$\begin{aligned}A_n \times Y_a &= \left(93,4 \times 3 \times \frac{93,4}{2}\right) - (2.322 \times 3 \times 20) - (2.322 \times 3 \times 22,2) \\259,302 \times Y_a &= (13085,34) - (139,32) - (154,6452) \\Y_a &= \frac{12791,3748}{259,302} = 49,33 \text{ cm} \\Y_b &= 93,4 - 49,33 = 44,07 \text{ cm}\end{aligned}$$

- Batang No 62

$$\begin{aligned}P_{62} &= \frac{39315,81640}{2} = 18157,91 \text{ kg} \\D_{62} &= 18157,91 \cos 4 \\&= 18113,68 \text{ kg} \\N_{62} &= 18157,91 \sin 4 \\&= 1266,63 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Batang No 50

$$\begin{aligned}P_{50} &= \frac{216501,11718}{2} = 108250,5586 \text{ kg} \\D_{50} &= 108250,5586 \cos 26\end{aligned}$$

$$= 97294,96 \text{ kg}$$

$$N_{50} = 108250,5586 \sin 26$$

$$= 47453,92 \text{ kg}$$

$$V_u \text{ total} = D_{62} + D_{50}$$

$$= 18113,68 + 97294,96$$

$$= 115408,64 \text{ kg}$$

$$N_u \text{ total} = N_{62} + N_{50}$$

$$= 1266,63 + 47453,92$$

$$= 48720,55 \text{ kg}$$

➤ Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = (D_{62} \times Z_1) - (D_{50} \times Z_2)$$

$$= (18113,68 \times 29,3) - (97294,96 \times 21,9)$$

$$= -1600028,8 \text{ kg cm}$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times t \times h^2$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times 3 \times 93,4^2 = 4361,78 \text{ cm}$$

$$F_{cr} = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = \frac{48720,55}{259,302} + \frac{-1600028,8}{4361,78} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

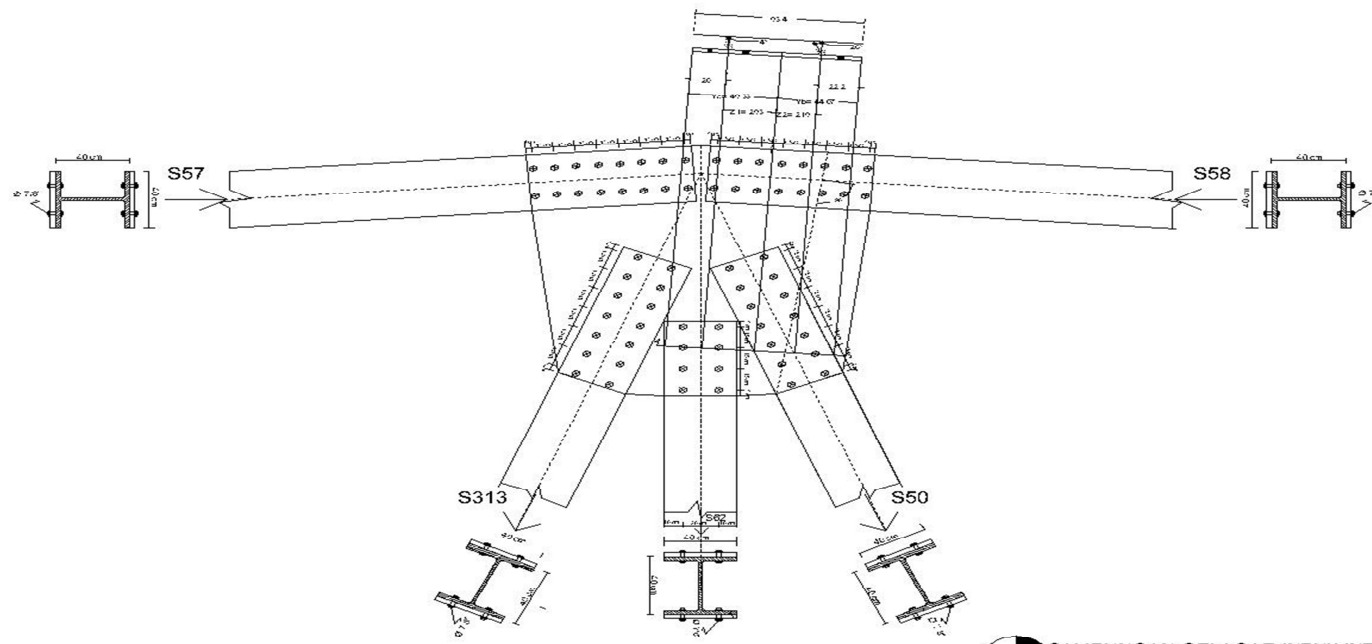
$$F_{cr} = \text{kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{383024,424}{197,802} = 1936,403 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$



$$FR = \sqrt{1115,17^2 + 1936,403^2} = 2234,56 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

**ok**



SAMBUNGAN GELAGAR INDUK-INDUK JOIN 4

Skala 1 :  
25



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL &  
PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI  
PERENCANAAN STRUKTUR ATAS  
JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD  
DI KECAMATAN MUARAANALONG

URAIAN :

DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI

NIM : 12.21.013

NAMA GAMBAR :  
DETAIL SAMBUNGAN

DOSEN  
PEMBIMBING 1 :

DOSEN  
PEMBIMBING 2 :

TANGGAL :

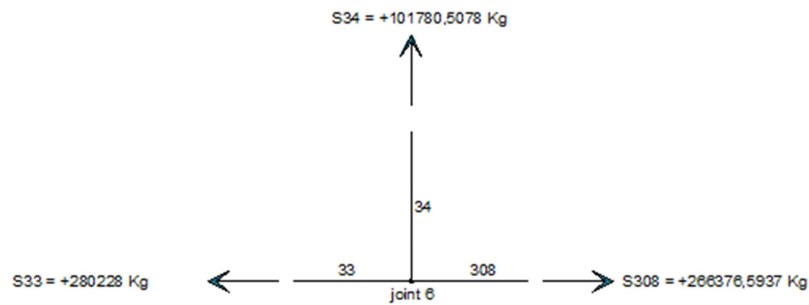
No Gambar :

Skala :

( )

( )

## Sambungan Baut Pada Joint 6



### ❖ Perhitungan sambungan

$$S_{34} = +101780,5078 \text{ kg}$$

$$S_{33} = +280228 \text{ kg}$$

$$S_{308} = +266376,5937 \text{ kg}$$

### ➤ Batang No 34 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s34} = \frac{101780,5078}{15644,54561} = 6,5 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Mentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1,5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

$$t \geq \frac{101780,5078/16}{0,75 \cdot 5000 \cdot 4} = 0,56 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

➤ **Batang No 33 ( batang tarik )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s33} = \frac{280228}{15644,54561} = 17,91 \text{ dipasang} = 24 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

$$t \geq \frac{280228 / 24}{0,75 \cdot 5000 \cdot 4} = 1,04 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8

cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

➤ **Batang No 308 ( batang tarik )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s308} = \frac{266376,5937}{15644,54561} = 17,03 \text{ dipasang} = 24 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

$$t \geq \frac{266376,5937 / 24}{0,75 \cdot 5000 \cdot 4} = 0,99 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

#### ❖ kontrol plat simpul sambungan Gelagar Induk *join 6*

cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja ( lihat gambar simpul join 1 )

Diameter baut yang digunakan,  $D = 7/8 \text{ inch}$

Tegangan plat Bj 50,  $f_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang  $7/8'' = 22.22 \text{ mm}$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$A_g = t \times b$$

$$= 3 \times 118,809 = 356,427 \text{ cm}$$

Dimana :  $t$  = tebal plat simpul

$b$  = jarak potongan yang terpendek

- Luas pelat bersih :

$$A_n = A_g - ((n \times d) \times t)$$

$$= 356,427 - ((3 \times 2.322) \times 3)$$

$$= 335,529 \text{ cm}$$

- Menentukan letak titik berat

$$An \times Ya = \left( 118,427 \times 3 \times \frac{118,427}{2} \right) - (2.322 \times 3 \times 27,295) - (2.322 \times 3 \times 25,550)$$

$$335,529 \times Ya = (21037,43) - (190,137) - (177,98)$$

$$Ya = \frac{21405,547}{335,529} = 63,80 \text{ cm}$$

$$Yb = 118,427 - 63,80 = 54,627 \text{ cm}$$

- Batang No 34

$$P34 = \frac{101780,5078}{2} = 50890,2539 \text{ kg}$$

$$D34 = 50890,2539 \cos 51$$

$$= 32026,27448 \text{ kg}$$

$$N34 = 50890,2539 \sin 51$$

$$= 39549,1553 \text{ kg}$$

- Batang No 308

$$P308 = \frac{266376,5937}{2} = 133188,2969 \text{ kg}$$

$$D308 = 133188,2969 \cos 39$$

$$= 103506,747 \text{ kg}$$

$$N308 = 133188,2969 \sin 39$$

$$= 83818,11109 \text{ kg}$$

$$Vu \text{ total} = D 34 + D 308$$

$$= 32026,27448 + 103506,747$$

$$= 135533,0215 \text{ kg}$$

$$Nu_{\text{total}} = N_{34} + N_{308}$$

$$= 39549,1553 + 83818,11109$$

$$= 123367,2667 \text{ kg}$$

➤ Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$Mu = (D_{34} \times Z_1) - (D_{308} \times Z_2)$$

$$= (32026,27448 \times 36,505) - (103506,747 \times 29,457)$$

$$= -1879879,096 \text{ kg cm}$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times t \times h^2$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times 3 \times 118,809^2 = 7057,79 \text{ cm}$$

$$F_{cr} = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Z_x} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

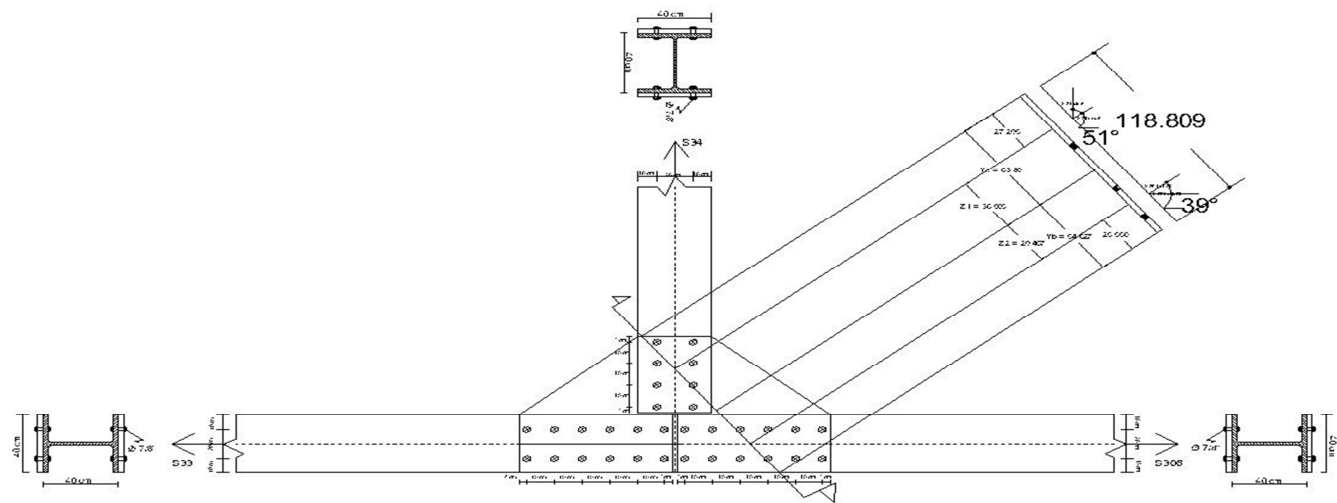
$$F_{cr} = \frac{123367,2667}{335,529} + \frac{-1879879,096}{7057,79} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 101,32 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$F_v = \frac{Vu}{An} = \frac{135533,0215}{335,529} = 403,94 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$FR = \sqrt{101,32^2 + 403,94^2} = 416,45 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$





SAMBUNGAN GELAGAR INDUK-INDUK JOIN 6

Skala 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL &  
PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI  
PERENCANAAN STRUKTUR ATAS  
JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD  
DI KECAMATAN MUARAANALONG

URAIAN :

DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI

NIM : 12.21.013

NAMA GAMBAR :  
DETAIL SAMBUNGAN

DOSEN  
PEMBIMBING 1 :

DOSEN  
PEMBIMBING 2 :

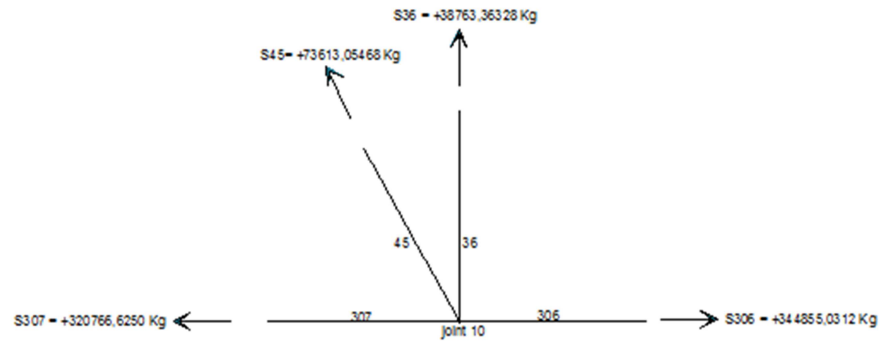
TANGGAL :

No Gambar :

( )

( )

## Sambungan Baut Pada Joint 10



### ❖ Perhitungan sambungan

$$S_{307} = + 320766,6250 \text{ kg}$$

$$S_{45} = + 73613,05468 \text{ kg}$$

$$S_{36} = + 38763,36328 \text{ kg}$$

$$S_{306} = + 344855,0312 \text{ kg}$$

### ➤ Batang No 307 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s307} = \frac{320766,6250}{15644,54561} = 20,50 \text{ dipasang} = 24 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1,5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{320766,6250 / 24}{0,75.5000.4} = 1,19 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

#### ➤ Batang No 45 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s45} = \frac{73613,05488}{15644,54561} = 4,70 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{73613,05488/16}{0,75.5000.4} = 0,41 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

➤ **Batang No 36 ( batang tarik )**

- Menentukan jumlah baut

$$Ns36 = \frac{38763,36328}{15644,54561} = 2,48 \text{ dipasang} = 32 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{38763,36328 / 32}{0,75.5000.4} = 0,21 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

➤ **Batang No 306 ( batang tarik )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s306} = \frac{344855,0312}{15644,54561} = 22,04 \text{ dipasang} = 24 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{344855,0312 / 24}{0,75.5000.4} = 1,28 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$3d - 7d$

Jadi :  $3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$

$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$

Diambil 15 cm

❖ **kontrol plat simpul sambungan Gelagar Induk *join 10***

cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja ( lihat gambar simpul join 1 )

Diameter baut yang digunakan,  $D = 7/8 \text{ inch}$

Tegangan plat Bj 50,  $f_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang  $7/8'' = 22.22 \text{ mm}$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$A_g = t \times b$$

$$= 3 \times 175,039 = 525,117 \text{ cm}$$

Dimana :  $t$  = tebal plat simpul

$b$  = jarak potongan yang terpendek

- Luas pelat bersih :

$$A_n = A_g - ((n \times d) \times t)$$

$$= 525,117 - ((3 \times 2.322) \times 3)$$

$$= 504,219 \text{ cm}$$

- Menentukan letak titik berat

$$An \times Ya = \left( 175,039 \times 3 \times \frac{175,039}{2} \right) - (2.322 \times 3 \times 40,985) - (2.322 \times 3 \times 23,468)$$

$$504,219 \times Ya = (45957,98) - (285,50) - (163,48)$$

$$Ya = \frac{45509}{504,219} = 90,26 \text{ cm}$$

$$Yb = 175,039 - 90,26 = 84,779 \text{ cm}$$

- Batang No 36

$$P_{36} = \frac{38763,36328}{2} = 19381,68164 \text{ kg}$$

$$D_{36} = 19381,68164 \cos 59$$

$$= 9982,304 \text{ kg}$$

$$N_{36} = 19381,68164 \sin 59$$

$$= 16613,34 \text{ kg}$$

- Batang No 306

$$P_{306} = \frac{34485,50312}{2} = 17242,75156 \text{ kg}$$

$$D_{306} = 17242,75156 \cos 31$$

$$= 14096,74795 \text{ kg}$$

$$N_{306} = 17242,75156 \sin 31$$

$$= 8880,7357 \text{ kg}$$

$$Vu \text{ total} = D_{36} + D_{306}$$

$$= 9982,304 + 140967,4795$$

$$= 150949,7835 \text{ kg}$$

$$N_{u \text{ total}} = N_{36} + N_{306}$$

$$= 16613,34 + 88806,7357$$

$$= 105420,0757 \text{ kg}$$

➤ Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = (D_{36} \times Z_1) - (D_{306} \times Z_2)$$

$$= (9982,304 \times 49,275) - (140967,4795 \times 61,306)$$

$$= -8150274,269 \text{ kg cm}$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times t \times h^2$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times 3 \times 175,039^2 = 15319,32 \text{ cm}$$

$$F_{cr} = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

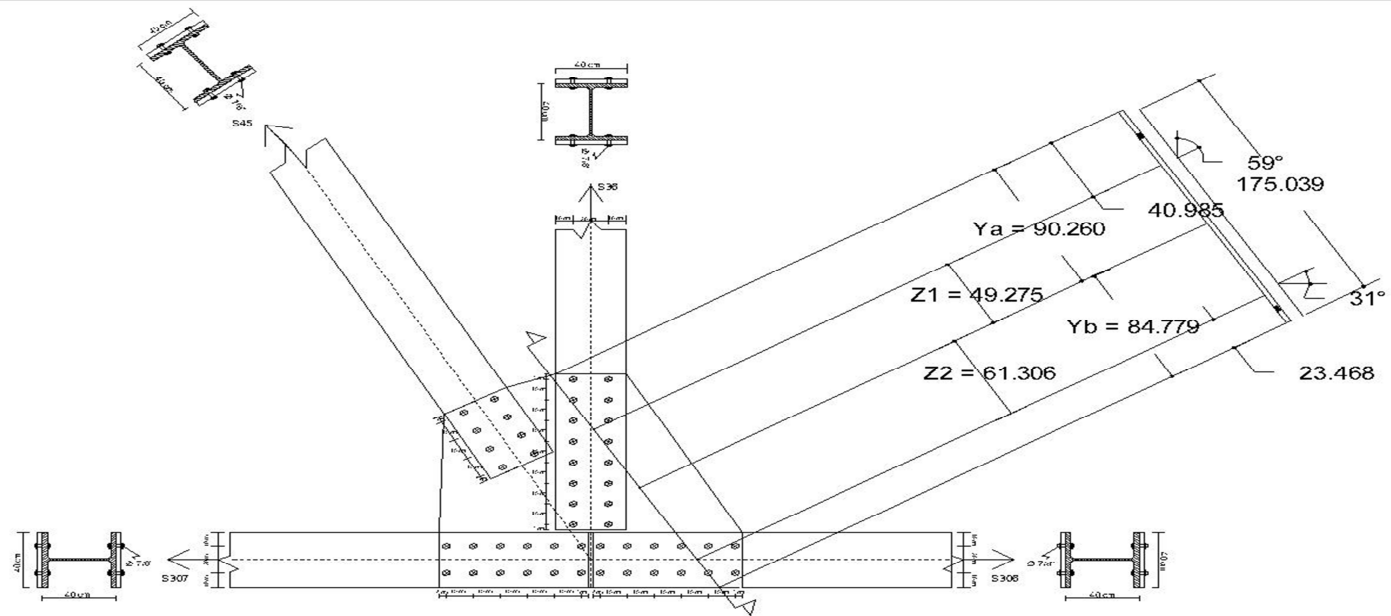
$$F_{cr} = \frac{105420,0757}{504,219} + \frac{-815024,269}{15319,32} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 155,87 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{150949,7835}{504,219} = 299,37 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$F_R = \sqrt{155,87^2 + 299,37^2} = 455,24 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$





SAMBUNGAN GELAGAR INDUK-INDUK JOIN 10

Skala 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL &  
PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI  
PERENCANAAN STRUKTUR ATAS  
JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD  
DI KECAMATAN MUARAANALONG

URAIAN :

DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI

NIM : 12.21.013

NAMA GAMBAR :  
DETAIL SAMBUNGAN

DOSEN  
PEMBIMBING 1 :

DOSEN  
PEMBIMBING 2 :

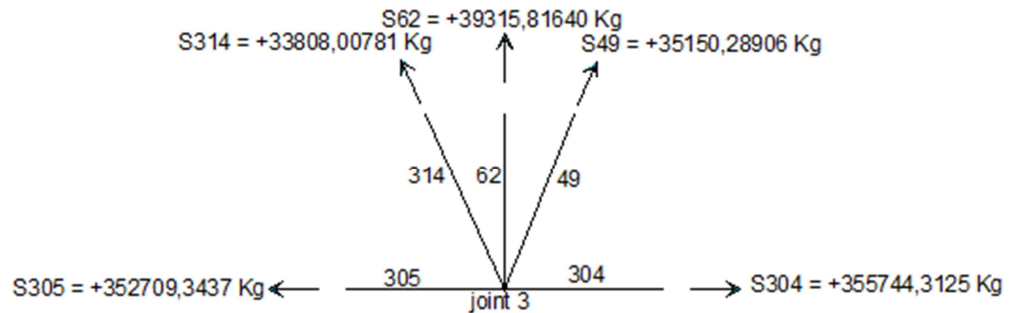
TANGGAL :

No Gambar :

( )

( )

### ✚ Sambungan Baut Pada Joint 3



### ❖ Perhitungan sambungan

$$S_{305} = + 352709,3437 \text{ kg}$$

$$S_{314} = + 33808,00781 \text{ kg}$$

$$S_{62} = + 39315,81640 \text{ kg}$$

$$S_{49} = + 3515028906 \text{ kg}$$

$$S_{304} = + 355744,3125 \text{ kg}$$

#### ➤ Batang No 305 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s305} = \frac{352709,3437}{15644,54561} = 22,54 \text{ dipasang} = 24 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{352709,3437 / 24}{0,75.5000.4} = 0,98 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

#### ➤ Batang No 314 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s314} = \frac{33808,00781}{15644,54561} = 2,16 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Mentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{33808,00781/16}{0,75.5000.4} = 0,14 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

➤ **Batang No 62 ( batang tarik )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s362} = \frac{39315,81640}{15644,54561} = 2,51 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$t \geq \frac{39315,81640 / 16}{0,75.5000.4} = 0,16 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

➤ **Batang No 49 ( batang tarik )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s62} = \frac{35150,28906}{15644,54561} = 2,25 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi.Fut}$$

$$t \geq \frac{35150,28906 / 16}{0,75.5000.4} = 0,15 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$3d - 7d$

Jadi :  $3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$

$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$

Diambil 15 cm

➤ **Batang No 304 ( batang tarik )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s62} = \frac{355744,3125}{15644,54561} = 22,74 \text{ dipasang} = 24 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$1,5d - 3d$

Jadi :  $1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$

$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

$$t \geq \frac{355744,3125 / 24}{0,75 \cdot 5000 \cdot 4} = 0,99 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$3d - 7d$

Jadi :  $3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$

$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$

Diambil 15 cm

❖ **kontrol plat simpul sambungan Gelagar Induk *join 3***

cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja ( lihat gambar simpul join 1 )

Diameter baut yang digunakan,  $D = 7/8 \text{ inch}$

Tegangan plat Bj 50,  $f_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang  $7/8'' = 22.22 \text{ mm}$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$A_g = t \times b$$

$$= 3 \times 86 = 258 \text{ cm}$$

Dimana :  $t$  = tebal plat simpul

$b$  = jarak potongan yang terpendek

- Luas pelat bersih :

$$A_n = A_g - ((n \times d) \times t)$$

$$= 295,4 - ((3 \times 2.322) \times 3)$$

$$= 274,502 \text{ cm}$$

- Menentukan letak titik berat

$$An \times Ya = \left( 86 \times 3 \times \frac{86}{2} \right) - (2.322 \times 3 \times 22.6) - (2.322 \times 3 \times 21,2)$$

$$274,502 \times Ya = (11094) - (157,4316) - (147,6792)$$

$$Ya = \frac{10788,8892}{274,502} = 39,30 \text{ cm}$$

$$Yb = 84,26 - 52,555 = 31,705 \text{ cm}$$

- Batang No 42

$$P_{42} = \frac{5036234062}{2} = 251811,7031 \text{ kg}$$

$$D_{42} = 251811,7031 \cos 16$$

$$= 242056,9448 \text{ kg}$$

$$N_{42} = 251811,7031 \sin 16$$

$$= 69408,71201 \text{ kg}$$

- Batang No 33

$$P_{33} = \frac{294817,0625}{2} = 147408,5313 \text{ kg}$$

$$D_{33} = 147408,5313 \cos 17$$

$$= 140967,4795 \text{ kg}$$

$$N_{33} = 147408,5313 \sin 17$$

$$= 43098,083 \text{ kg}$$

$$V_u \text{ total} = D_{42} + D_{33}$$

$$= 242056,9448 + 140967,4795$$



$$= 383024,4243 \text{ kg}$$

$$Nu_{\text{total}} = N_{42} + N_{33}$$

$$= 69408,71201 + 43098,083$$

$$= 112506,795 \text{ kg}$$

➤ Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$Mu = (D_{42} \times Z_1) - (D_{33} \times Z_2)$$

$$= (242056,9448 \times 20.997) - (140967,4795 \times 22.295)$$

$$= 1939599,726 \text{ kg cm}$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times t \times h^2$$

$$Z_x = \frac{1}{6} \times 3 \times 84.26^2 = 3549.874 \text{ cm}$$

$$F_{cr} = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Z_x} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

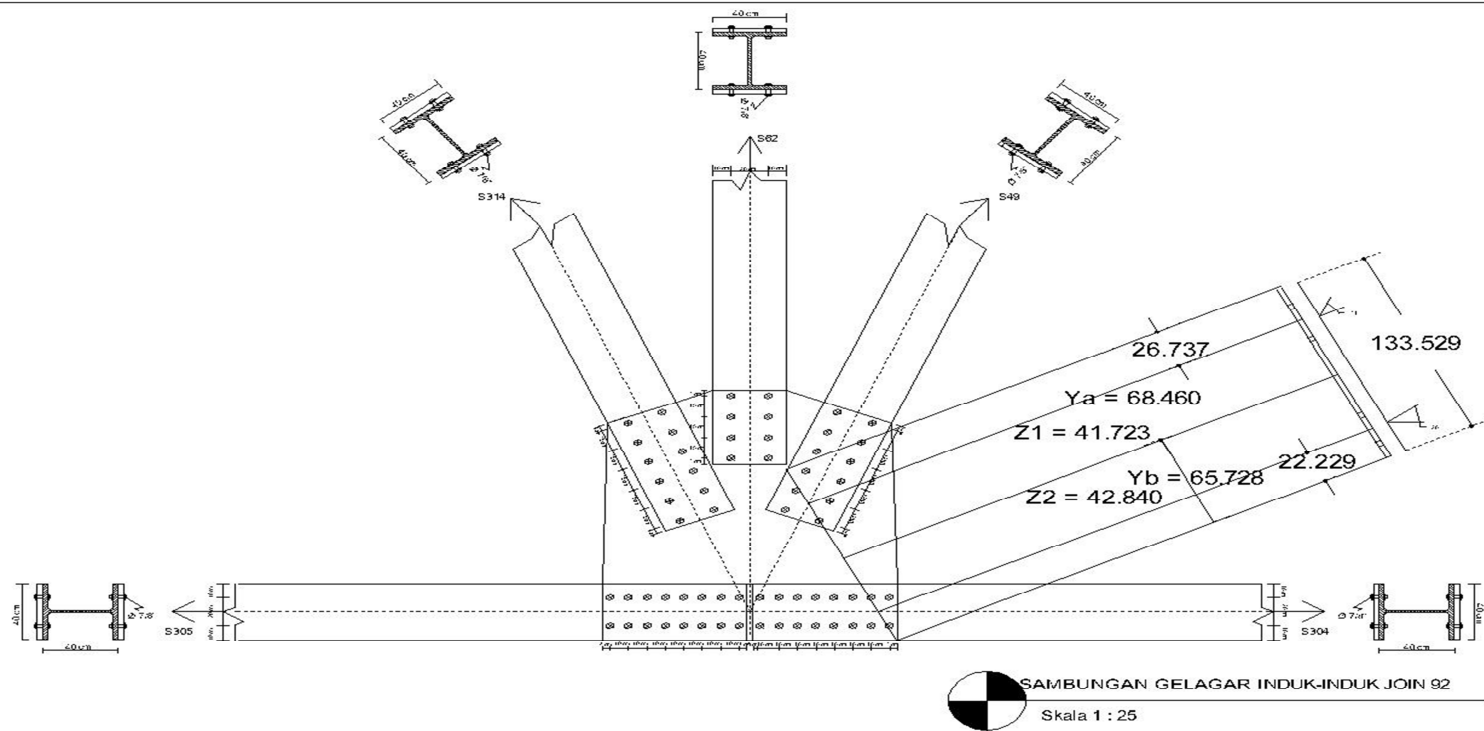
$$F_{cr} = \frac{112506,795}{197.802} + \frac{1939599,726}{3549.874} \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$


$$F_{cr} = 1115,17 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$F_v = \frac{Vu}{An} = \frac{383024,4243}{197.802} = 1936,403 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

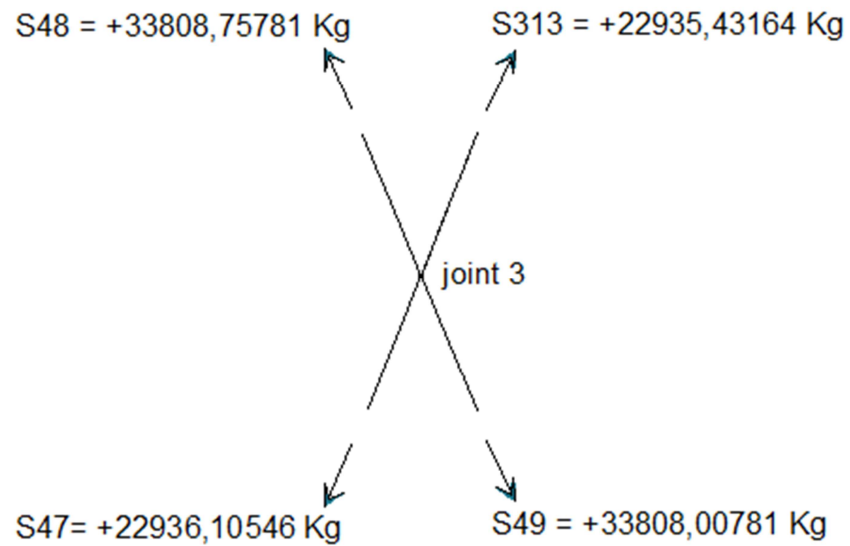
$$F_R = \sqrt{1115,17^2 + 1936,403^2} = 2234,56 \text{ kg/cm}^2 \leq F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

**ok**



 <p>INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL &amp; PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL</p> <p>SKRIPSI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD DI KECAMATAN MUARAANALONG</p>	URAIAN :	DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI NIM : 12.21.013	
		NAMA GAMBAR :	DOSEN
		DETAIL SAMBUNGAN	PEMBIMBING 1 :
		TANGGAL :	DOSEN
		No Gambar :	PEMBIMBING 2 :
			( )
			( )

### ✚ Sambungan Baut Pada Joint 3



### ❖ Perhitungan sambungan

$$S_{48} = +33808,75781 \text{ kg}$$

$$S_{313} = +22935,43164 \text{ kg}$$

$$S_{47} = +22936,10546 \text{ kg}$$

$$S_{49} = +33808,00781 \text{ kg}$$

### ➤ Batang No 48 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s48} = \frac{33808,75781}{15644,54561} = 2,16 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$L \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$4 \geq \frac{33808,75781/16}{0,75.5000.4} = 0,14 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

#### ➤ Batang No 313 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s313} = \frac{22935,43164}{15644,54561} = 1,47 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$L \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$4 \geq \frac{22935,43164/16}{0,75.5000.4} = 0,09 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

#### ➤ Batang No 47 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s47} = \frac{22936,10546}{15644,54561} = 1,47 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Mentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$L \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$4 \geq \frac{22936,10546/16}{0,75.5000.4} = 0,09 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

➤ **Batang No 49 ( batang tarik )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s49} = \frac{33808,00781}{15644,54561} = 2,16 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Mentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1.5 \times 2.222 = 3.333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$L \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$4 \geq \frac{33808,00781/16}{0,75.5000.4} = 0,14 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 2,8 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 15 cm

#### ❖ kontrol plat simpul sambungan Gelagar Induk *join 3*

cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja ( lihat gambar simpul join 1 )

Diameter baut yang digunakan,  $D = 7/8 \text{ inch}$

Tegangan plat Bj 50,  $f_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang  $7/8'' = 22.22 \text{ mm}$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$A_g = t \times b$$

$$= 3 \times 86 = 258 \text{ cm}$$

Dimana :  $t$  = tebal plat simpul

$b$  = jarak potongan yang terpendek

- Luas pelat bersih :

$$A_n = A_g - ((n \times d) \times t)$$

$$= 295,4 - ((3 \times 2.322) \times 3)$$

$$= 274,502 \text{ cm}$$

- Menentukan letak titik berat

$$An \times Ya = \left( 86 \times 3 \times \frac{86}{2} \right) - (2.322 \times 3 \times 22.6) - (2.322 \times 3 \times 21,2)$$

$$274,502 \times Ya = (11094) - (157,4316) - (147,6792)$$

$$Ya = \frac{10788,8892}{274,502} = 39,30 \text{ cm}$$

$$Yb = 84.26 - 52.555 = 31.705 \text{ cm}$$

- Batang No 42

$$P_{42} = \frac{5036234062}{2} = 2518117031 \text{ kg}$$

$$D_{42} = 251811,7031 \cos 16$$

$$= 242056,9448 \text{ kg}$$

$$N_{42} = 251811,7031 \sin 16$$

$$= 69408,71201 \text{ kg}$$

- Batang No 33

$$P_{33} = \frac{294817,0625}{2} = 147408,5313 \text{ kg}$$

$$D_{33} = 147408,5313 \cos 17$$

$$= 140967,4795 \text{ kg}$$

$$N_{33} = 147408,5313 \sin 17$$

$$= 43098,083 \text{ kg}$$



$$Vu \text{ total} = D 42 + D 33$$

$$= 242056,9448 + 140967,4795$$

$$= 383024,4243 \text{ kg}$$

$$Nu \text{ total} = N 42 + N 33$$

$$= 69408,71201 + 43098,083$$

$$= 112506,795 \text{ kg}$$

➤ Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$Mu = (D42 \times Z1) - (D33 \times Z2)$$

$$= (242056,9448 \times 20.997) - (140967,4795 \times 22.295)$$

$$= 1939599,726 \text{ kg cm}$$

$$Zx = \frac{1}{6} \times t \times h^2$$

$$Zx = \frac{1}{6} \times 3 \times 84.26^2 = 3549.874 \text{ cm}$$

$$Fcr = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Zx} \leq Fy = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

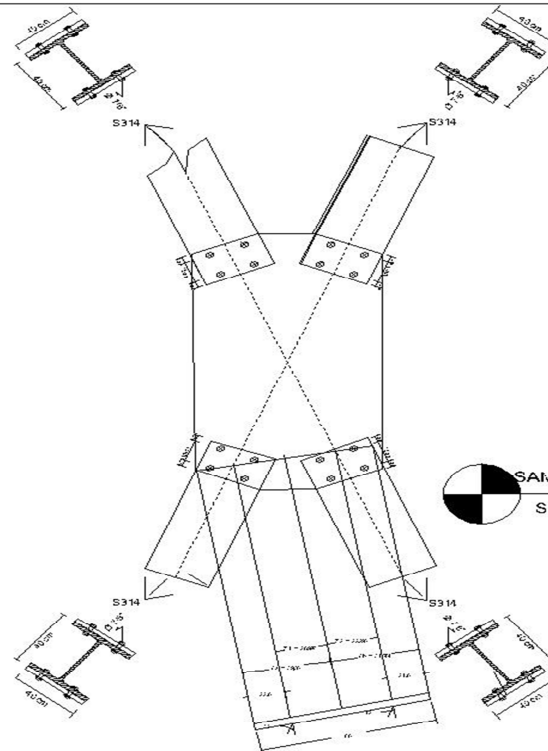
$$Fcr = \frac{112506,795}{197.802} + \frac{1939599,726}{3549.874} \leq Fy = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fcr = 1115,17 \text{ kg/cm}^2 \leq Fy = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$Fv = \frac{Vu}{An} = \frac{383024,4243}{197.802} = 1936,403 \text{ kg/cm}^2 \leq Fy = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$FR = \sqrt{1115,17^2 + 1936,403^2} = 2234,56 \text{ kg/cm}^2 \leq Fy = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

**ok**



SAMBUNGAN GELAGAR INDUK-INDUK JOIN 3

Skala 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL &  
PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI  
PERENCANAAN STRUKTUR ATAS  
JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD  
DI KECAMATAN MUARA ANCALONG

URAIAN :

DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI

NIM : 12.21.013

NAMA GAMBAR :  
DETAIL SAMBUNGAN

DOSEN  
PEMBIMBING 1 :

DOSEN  
PEMBIMBING 2 :

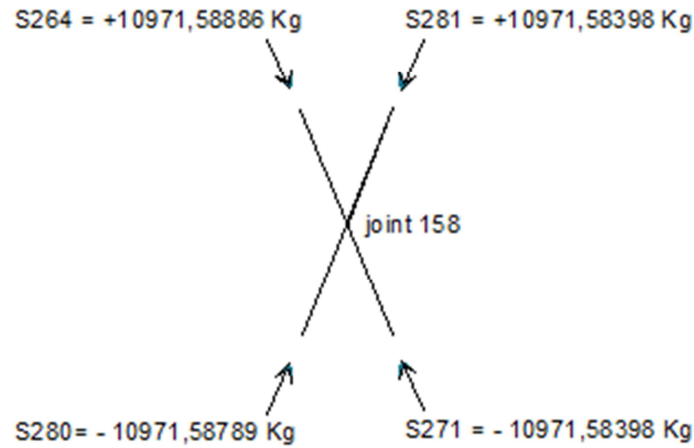
TANGGAL :

No Gambar :

( )

( )

### ✚ Sambungan Baut Pada Joint 158



### ❖ Perhitungan sambungan

$$S_{264} = +10971,58 \text{ kg}$$

$$S_{281} = +10971,58 \text{ kg}$$

$$S_{280} = -10971,58 \text{ kg}$$

$$S_{271} = -10971,58 \text{ kg}$$

### ➤ Batang No 264 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s264} = \frac{10971,58}{15644,54561} = 0,71 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$L \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$4 \geq \frac{33808,75781/16}{0,75.5000.4} = 0,14 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 1 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

#### ➤ Batang No 281 ( batang tarik )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s281} = \frac{10971,58}{15644,54561} = 0,71 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1,5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$L \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$4 \geq \frac{33808,75781/16}{0,75.5000.4} = 0,14 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 1 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

#### ➤ Batang No 280 ( batang tekan )

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s280} = \frac{10971,58}{15644,54561} = 0,71 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1,5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1,5d = 1,5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$L \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

$$4 \geq \frac{33808,75781/16}{0,75 \cdot 5000 \cdot 4} = 0,14 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 1 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

➤ **Batang No 271 ( batang tekan )**

- Menentukan jumlah baut

$$N_{s271} = \frac{10971,58}{15644,54561} = 0,71 \text{ dipasang} = 16 \text{ buah}$$

- Menentukan jarak baut

Jarak tepi baut

$$1.5d - 3d$$

$$\text{Jadi : } 1.5d = 1.5 \times 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3d = 3 \times 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

- Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$L \geq \frac{P}{\phi.Fu.t}$$

$$4 \geq \frac{33808,75781/16}{0,75.5000.4} = 0,14 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat simpul dengan ketebalan = 1 cm

Jarak antar baut

$$3d - 7d$$

$$\text{Jadi : } 3d = 3 \times 2.222 = 6.666 \text{ cm}$$

$$7d = 7 \times 2.222 = 15.55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

#### ❖ kontrol plat simpul sambungan Gelagar Induk *join 158*

cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja ( lihat gambar simpul join 1 )

Diameter baut yang digunakan, D = 7/8 inch

Tegangan plat Bj 50, fy = 2900 kg/cm<sup>2</sup>

Diameter lubang 7/8" = 22.22 mm

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$A_g = t \times b$$

$$= 1 \times 40.4 = 40.4 \text{ cm}$$

Dimana : t = tebal plat simpul

b = jarak potongan yang terpendek

- Luas pelat bersih :

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - ((n \times d) \times t) \\ &= 40,4 - ((3 \times 2.322) \times 1) \\ &= 33,434 \text{ cm} \end{aligned}$$

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = \left( 40,4 \times 3 \times \frac{40,4}{2} \right) - (2.322 \times 3 \times 10,67) - (2.322 \times 3 \times 7,76)$$

$$33,434 \times Y_a = (2448,24) - (74,33) - (54,056)$$

$$Y_a = \frac{2319,854}{33,434} = 22,4 \text{ cm}$$

$$Y_b = 40,4 - 22,4 = 18 \text{ cm}$$

- Batang No 280

$$P_{280} = \frac{10971,58}{2} = 5485,79 \text{ kg}$$

$$D_{280} = 5485,79 \cos 45$$

$$= 242056,9448 \text{ kg}$$

$$N_{280} = 5485,79 \sin 45$$

$$= 69408,71201 \text{ kg}$$

- Batang No 271

$$P_{271} = \frac{10971,58}{2} = 5485,79 \text{ kg}$$

$$D_{271} = 5485,79 \cos 15$$

$$= 140967,4795 \text{ kg}$$

$$N_{271} = 5485,79 \sin 15$$



$$= 43098,083 \text{ kg}$$

$$Vu \text{ total} = D 280 + D 271$$

$$= 242056,9448 + 140967,4795$$

$$= 383024,4243 \text{ kg}$$

$$Nu \text{ total} = N 280 + N 271$$

$$= 69408,71201 + 43098,083$$

$$= 112506,795 \text{ kg}$$

➤ Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$Mu = (D42 \times Z1) - (D33 \times Z2)$$

$$= (242056,9448 \times 11,8) - (140967,4795 \times 9,97)$$

$$= 1939599,726 \text{ kg cm}$$

$$Zx = \frac{1}{6} \times t \times h^2$$

$$Zx = \frac{1}{6} \times 3 \times 84,26^2 = 3549,874 \text{ cm}$$

$$Fcr = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Zx} \leq Fy = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

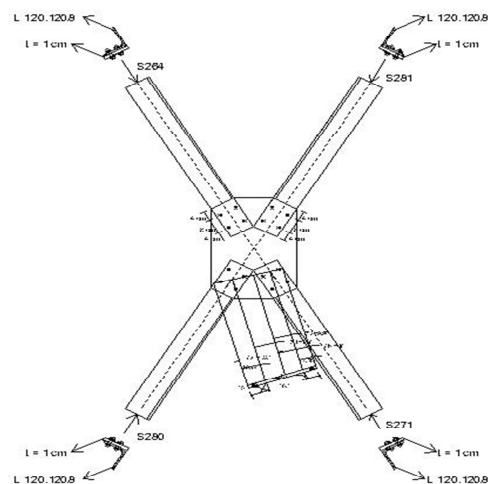
$$Fcr = \frac{112506,795}{197.802} + \frac{1939599,726}{3549,874} \leq Fy = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fcr = 1115,17 \text{ kg/cm}^2 \leq Fy = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$Fv = \frac{Vu}{An} = \frac{383024,4243}{197.802} = 1936,403 \text{ kg/cm}^2 \leq Fy = 2900 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

$$FR = \sqrt{1115,17^2 + 1936,403^2} = 2234,56 \text{ kg/cm}^2 \leq Fy = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

**ok**



SAMBUNGAN GELAGAR INDUK-INDUK JOIN 158

Skala 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG

FAKULTAS TEKNIK SIPIL &  
PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI  
PERENCANAAN STRUKTUR ATAS  
JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD  
DI KECAMATAN MUARA ANCALONG

URAIAN :

DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI

NIM : 12.21.013

NAMA GAMBAR :  
DETAIL SAMBUNGAN

DOSEN  
PEMBIMBING 1 :

DOSEN  
PEMBIMBING 2 :

TANGGAL :

No Gambar :

( )

( )

#### 4.11 Perhitungan Perletakan Jembatan

Data Perencanaan :

Bentang Jembatan = 40 meter

Tegangan ijin BJ-50 =  $2900 \text{ kg/cm}^2$

Tegangan ijin bantalan baja =  $100 \text{ kg/cm}^2$

Support Reaksi :

Gaya yang diterima setiap tumpuan di dapat dari hasil program bantu

Staadpro diambil gaya vertikal yang terbesar (Fy)

- Joint 2 dan 23 untuk perletakan Roll
- Joint 2

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kg'm)	MY (kg'm)	MZ (kg'm)
	18:KOMB. DL+	0.000	437E+3	-11.3E+3	-0.000	60.8E+3	0.000
	19:KOMB. DL+	0.000	438E+3	-11.4E+3	-0.000	61.1E+3	0.000
	20:KOMB. DL+	0.000	440E+3	-11.4E+3	-0.000	61.3E+3	0.000
	21:KOMB. DL+	0.000	441E+3	-11.4E+3	-0.000	61.6E+3	0.000
	22:KOMB. DL+	0.000	443E+3	-11.5E+3	-0.000	61.8E+3	0.000
	23:KOMB. DL+	0.000	444E+3	-11.5E+3	-0.000	62E+3	0.000
	24:KOMB. DL+	0.000	447E+3	-11.6E+3	-0.000	62.3E+3	0.000
	25:KOMB. DL+	0.000	446E+3	-11.6E+3	-0.000	62.3E+3	0.000
	26:KOMB. DL+	0.000	450E+3	-11.7E+3	-0.000	62.2E+3	0.000
	27:KOMB. DL+	0.000	449E+3	-11.7E+3	-0.000	62.5E+3	0.000
	28:KOMB. DL+	0.000	451E+3	-11.3E+3	-19.5E+3	60.8E+3	0.000
	29:KOMB. DL+I	0.000	445E+3	-9.38E+3	-0.000	69.9E+3	0.000
	30:KOMB. DL+I	0.000	447E+3	-9.42E+3	-0.000	70.2E+3	0.000
	31:KOMB. DL+I	0.000	448E+3	-9.46E+3	-0.000	70.4E+3	0.000
	32:KOMB. DL+I	0.000	450E+3	-9.5E+3	-0.000	70.7E+3	0.000
	33:KOMB. DL+I	0.000	451E+3	-9.54E+3	-0.000	70.9E+3	0.000
	34:KOMB. DL+I	0.000	452E+3	-9.58E+3	-0.000	71.1E+3	0.000
	35:KOMB. DL+I	0.000	455E+3	-9.64E+3	-0.000	71.4E+3	0.000
	36:KOMB. DL+I	0.000	455E+3	-9.67E+3	-0.000	71.4E+3	0.000
	37:KOMB. DL+I	0.000	458E+3	-9.74E+3	-0.000	71.6E+3	0.000
	38:KOMB. DL+I	0.000	458E+3	-9.77E+3	-0.000	71.3E+3	0.000
	39:KOMB. DL+I	0.000	460E+3	-9.38E+3	-19.5E+3	69.9E+3	0.000
	40:KOMB. DL+I	0.000	379E+3	-13.2E+3	-0.000	45.4E+3	0.000
	41:KOMB. DL+I	0.000	381E+3	-13.2E+3	-0.000	45.7E+3	0.000
	42:KOMB. DL+I	0.000	382E+3	-13.3E+3	-0.000	46E+3	0.000
	43:KOMB. DL+I	0.000	384E+3	-13.3E+3	-0.000	46.3E+3	0.000
	44:KOMB. DL+I	0.000	385E+3	-13.4E+3	-0.000	46.5E+3	0.000
	45:KOMB. DL+I	0.000	387E+3	-13.4E+3	-0.000	46.7E+3	0.000
	46:KOMB. DL+I	0.000	389E+3	-13.5E+3	-0.000	47E+3	0.000
	47:KOMB. DL+I	0.000	389E+3	-13.5E+3	-0.000	47E+3	0.000
	48:KOMB. DL+I	0.000	392E+3	-13.6E+3	-0.000	47.2E+3	0.000

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kg·m)	MY (kg·m)	MZ (kg·m)
	49:KOMB.DL+LI	0.000	392E+3	-13.6E+3	-0.000	46.8E+3	0.000
	50:KOMB.DL+LI	0.000	394E+3	-13.2E+3	-19.5E+3	45.4E+3	0.000

- Joint 23

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kg·m)	MY (kg·m)	MZ (kg·m)
	18:KOMB. DL+	0.000	437E+3	11.3E+3	0.000	-60.8E+3	0.000
	19:KOMB. DL+	0.000	438E+3	11.4E+3	0.000	-61.1E+3	0.000
	20:KOMB. DL+	0.000	440E+3	11.4E+3	0.000	-61.3E+3	0.000
	21:KOMB. DL+	0.000	441E+3	11.4E+3	0.000	-61.6E+3	0.000
	22:KOMB. DL+	0.000	443E+3	11.5E+3	0.000	-61.8E+3	0.000
	23:KOMB. DL+	0.000	444E+3	11.5E+3	0.000	-62E+3	0.000
	24:KOMB. DL+	0.000	447E+3	11.6E+3	0.000	-62.3E+3	0.000
	25:KOMB. DL+	0.000	446E+3	11.6E+3	0.000	-62.3E+3	0.000
	26:KOMB. DL+	0.000	450E+3	11.7E+3	0.000	-62.2E+3	0.000
	27:KOMB. DL+	0.000	449E+3	11.7E+3	0.000	-62.3E+3	0.000
	28:KOMB. DL+	0.000	451E+3	11.3E+3	19.5E+3	-60.8E+3	0.000
	29:KOMB.DL+I	0.000	379E+3	13.2E+3	0.000	-45.4E+3	0.000
	30:KOMB.DL+I	0.000	381E+3	13.2E+3	0.000	-45.7E+3	0.000
	31:KOMB.DL+I	0.000	382E+3	13.3E+3	0.000	-46E+3	0.000
	32:KOMB.DL+I	0.000	384E+3	13.3E+3	0.000	-46.3E+3	0.000
	33:KOMB.DL+I	0.000	385E+3	13.4E+3	0.000	-46.5E+3	0.000
	34:KOMB.DL+I	0.000	387E+3	13.4E+3	0.000	-46.7E+3	0.000
	35:KOMB.DL+I	0.000	389E+3	13.5E+3	0.000	-47E+3	0.000
	36:KOMB.DL+I	0.000	389E+3	13.5E+3	0.000	-47E+3	0.000
	37:KOMB.DL+I	0.000	391E+3	13.5E+3	0.000	-47E+3	0.000
	38:KOMB.DL+I	0.000	392E+3	13.6E+3	0.000	-46.8E+3	0.000
	39:KOMB.DL+I	0.000	394E+3	13.2E+3	19.5E+3	-45.4E+3	0.000
	40:KOMB.DL+I	0.000	445E+3	9.38E+3	0.000	-69.9E+3	0.000
	41:KOMB.DL+I	0.000	447E+3	9.42E+3	0.000	-70.2E+3	0.000
	42:KOMB.DL+I	0.000	448E+3	9.46E+3	0.000	-70.4E+3	0.000
	43:KOMB.DL+I	0.000	450E+3	9.5E+3	0.000	-70.7E+3	0.000
	44:KOMB.DL+I	0.000	451E+3	9.54E+3	0.000	-70.9E+3	0.000
	45:KOMB.DL+I	0.000	452E+3	9.58E+3	0.000	-71.1E+3	0.000
	46:KOMB.DL+I	0.000	455E+3	9.64E+3	0.000	-71.4E+3	0.000

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kg·m)	MY (kg·m)	MZ (kg·m)
	47:KOMB.DL+I	0.000	455E+3	9.67E+3	0.000	-71.4E+3	0.000
	48:KOMB.DL+I	0.000	457E+3	9.72E+3	0.000	-71.4E+3	0.000
	49:KOMB.DL+I	0.000	458E+3	9.77E+3	0.000	-71.3E+3	0.000
	50:KOMB.DL+I	0.000	460E+3	9.38E+3	19.5E+3	-69.9E+3	0.000

Perletakan Roll :

Joint 2 = 260190,8750 kg

Joint 23 = 260190,8750 kg

- Joint 1 dan 22 untuk perletakan Sendi

- Joint 1

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kg·m)	MY (kg·m)	MZ (kg·m)
	18:KOMB. DL+	0.004	451E+3	-12.4E+3	0.000	0.000	0.000
	19:KOMB. DL+	0.004	450E+3	-12.8E+3	0.000	0.000	0.000
	20:KOMB. DL+	0.004	448E+3	-12.8E+3	0.000	0.000	0.000
	21:KOMB. DL+	0.004	447E+3	-12.7E+3	0.000	0.000	0.000
	22:KOMB. DL+	0.004	446E+3	-12.7E+3	0.000	0.000	0.000
	23:KOMB. DL+	0.004	444E+3	-12.6E+3	0.000	0.000	0.000
	24:KOMB. DL+	0.004	441E+3	-12.5E+3	0.000	0.000	0.000
	25:KOMB. DL+	0.004	443E+3	-12.6E+3	0.000	0.000	0.000
	26:KOMB. DL+	0.004	438E+3	-12.4E+3	0.000	0.000	0.000
	27:KOMB. DL+	185.861	440E+3	-12.5E+3	0.000	0.000	0.000
	28:KOMB. DL+	0.004	437E+3	-12.4E+3	0.000	0.000	0.000
	29:KOMB. DL+I	32.7E+3	448E+3	-1.86E+3	0.000	0.000	0.000
	30:KOMB. DL+I	32.7E+3	447E+3	-2.28E+3	0.000	0.000	0.000
	31:KOMB. DL+I	32.7E+3	445E+3	-2.23E+3	0.000	0.000	0.000
	32:KOMB. DL+I	32.7E+3	444E+3	-2.18E+3	0.000	0.000	0.000
	33:KOMB. DL+I	32.7E+3	442E+3	-2.13E+3	0.000	0.000	0.000
	34:KOMB. DL+I	32.7E+3	441E+3	-2.09E+3	0.000	0.000	0.000
	35:KOMB. DL+I	32.7E+3	440E+3	-2.06E+3	0.000	0.000	0.000
	36:KOMB. DL+I	32.7E+3	438E+3	-2E+3	0.000	0.000	0.000
	37:KOMB. DL+I	32.9E+3	437E+3	-1.94E+3	0.000	0.000	0.000
	38:KOMB. DL+I	32.7E+3	435E+3	-1.91E+3	0.000	0.000	0.000
	39:KOMB. DL+I	32.7E+3	434E+3	-1.86E+3	0.000	0.000	0.000
	40:KOMB. DL+I	-32.7E+3	405E+3	-22.8E+3	0.000	0.000	0.000
	41:KOMB. DL+I	-32.7E+3	404E+3	-23.2E+3	0.000	0.000	0.000
	42:KOMB. DL+I	-32.7E+3	402E+3	-23.2E+3	0.000	0.000	0.000
	43:KOMB. DL+I	-32.7E+3	401E+3	-23.1E+3	0.000	0.000	0.000
	44:KOMB. DL+I	-32.7E+3	399E+3	-23.1E+3	0.000	0.000	0.000
	45:KOMB. DL+I	-32.7E+3	398E+3	-23E+3	0.000	0.000	0.000
	46:KOMB. DL+I	-32.7E+3	397E+3	-23E+3	0.000	0.000	0.000
	47:KOMB. DL+I	-32.7E+3	395E+3	-22.9E+3	0.000	0.000	0.000
	48:KOMB. DL+I	-32.5E+3	394E+3	-22.9E+3	0.000	0.000	0.000
	49:KOMB. DL+I	-32.7E+3	392E+3	-22.8E+3	0.000	0.000	0.000



Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kg·m)	MY (kg·m)	MZ (kg·m)
	50:KOMB.DL+I	-32.7E+3	391E+3	-22.8E+3	0.000	0.000	0.000

- Joint 22

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kg·m)	MY (kg·m)	MZ (kg·m)
	18:KOMB.DL+	-0.004	451E+3	12.4E+3	0.000	0.000	0.000
	19:KOMB.DL+	-0.004	450E+3	12.8E+3	0.000	0.000	0.000
	20:KOMB.DL+	-0.004	448E+3	12.8E+3	0.000	0.000	0.000
	21:KOMB.DL+	-0.004	447E+3	12.7E+3	0.000	0.000	0.000
	22:KOMB.DL+	-0.004	446E+3	12.7E+3	0.000	0.000	0.000
	23:KOMB.DL+	-0.004	444E+3	12.6E+3	0.000	0.000	0.000
	24:KOMB.DL+	-0.004	441E+3	12.5E+3	0.000	0.000	0.000
	25:KOMB.DL+	-0.004	443E+3	12.6E+3	0.000	0.000	0.000
	26:KOMB.DL+	-0.004	438E+3	12.4E+3	0.000	0.000	0.000
	27:KOMB.DL+	-185.861	440E+3	12.5E+3	0.000	0.000	0.000
	28:KOMB.DL+	-0.004	437E+3	12.4E+3	0.000	0.000	0.000
	29:KOMB.DL+I	-32.7E+3	405E+3	22.8E+3	0.000	0.000	0.000
	30:KOMB.DL+I	-32.7E+3	404E+3	23.2E+3	0.000	0.000	0.000
	31:KOMB.DL+I	-32.7E+3	402E+3	23.2E+3	0.000	0.000	0.000
	32:KOMB.DL+I	-32.7E+3	401E+3	23.1E+3	0.000	0.000	0.000
	33:KOMB.DL+I	-32.7E+3	399E+3	23.1E+3	0.000	0.000	0.000
	34:KOMB.DL+I	-32.7E+3	398E+3	23E+3	0.000	0.000	0.000
	35:KOMB.DL+I	-32.7E+3	397E+3	23E+3	0.000	0.000	0.000
	36:KOMB.DL+I	-32.7E+3	395E+3	22.9E+3	0.000	0.000	0.000
	37:KOMB.DL+I	-32.9E+3	394E+3	22.9E+3	0.000	0.000	0.000
	38:KOMB.DL+I	-32.7E+3	392E+3	22.8E+3	0.000	0.000	0.000
	39:KOMB.DL+I	-32.7E+3	391E+3	22.8E+3	0.000	0.000	0.000
	40:KOMB.DL+I	32.7E+3	448E+3	1.86E+3	0.000	0.000	0.000
	41:KOMB.DL+I	32.7E+3	447E+3	2.28E+3	0.000	0.000	0.000
	42:KOMB.DL+I	32.7E+3	445E+3	2.23E+3	0.000	0.000	0.000
	43:KOMB.DL+I	32.7E+3	444E+3	2.18E+3	0.000	0.000	0.000
	44:KOMB.DL+I	32.7E+3	442E+3	2.13E+3	0.000	0.000	0.000
	45:KOMB.DL+I	32.7E+3	441E+3	2.09E+3	0.000	0.000	0.000
	46:KOMB.DL+I	32.7E+3	440E+3	2.06E+3	0.000	0.000	0.000
	47:KOMB.DL+I	32.7E+3	438E+3	2E+3	0.000	0.000	0.000

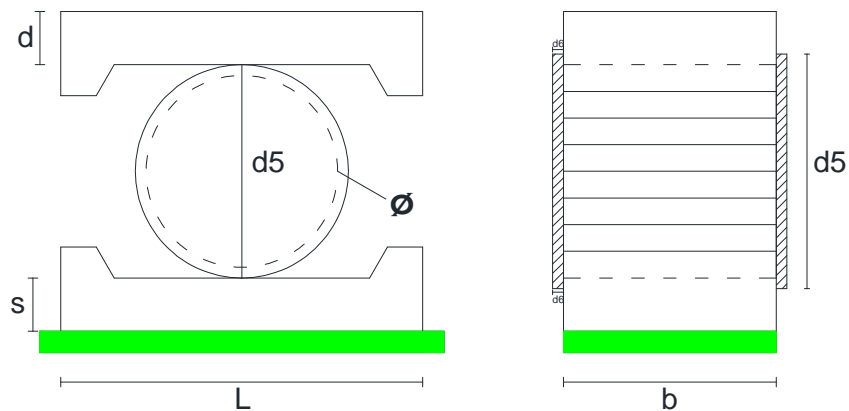
Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kg·m)	MY (kg·m)	MZ (kg·m)
	48:KOMB.DL+I	32.5E+3	437E+3	1.97E+3	0.000	0.000	0.000
	49:KOMB.DL+I	32.7E+3	435E+3	1.91E+3	0.000	0.000	0.000
	50:KOMB.DL+I	32.7E+3	434E+3	1.86E+3	0.000	0.000	0.000

Perletakan Sendi :

Joint 1 = 280228 kg

Joint 41 = 280228 kg

### Perhitungan Perletakan Roll



Gambar 4.20 perletakan roll

Direncanakan tumpuan roll sebagai berikut :

Panjang Bentang ( $L = 40$  m)

$P = 260190,8750$  kg

Bj. 50  $\Rightarrow \bar{\sigma} = 2900$  kg/cm<sup>2</sup>

$F_c' = 35$  Mpa  $= 350$  kg/cm<sup>2</sup>

$\sigma_b = 0,33 \times 350 = 74,25$  kg/cm<sup>2</sup>

$\sigma_d = 8500$  kg/cm<sup>2</sup> ( tegangan putus baja )

(Sumber Dr. Ir Bambang Supriyadi hal 66)

$$F = \frac{P}{\sigma d}$$

$$= \frac{260190,8750}{74,25} = 3504,25 \text{ cm}^2$$

a) Panjang bantalan kursi

$$\ell = L + 40$$

$$= 40 + 40 = 80 \text{ cm}$$

b) Lebar bantalan kursi

$$b = \frac{F}{\ell}$$

$$= \frac{3504,25}{80} = 43,80 \text{ cm} \approx 50 \text{ cm}$$

Dipakai bantalan ukuran  $80 \times 50 = 4000 \text{ cm}^2 > 3504,25 \text{ cm}^2$

$$\text{luas} = 50 \times 80 = 4000 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 260190,8750 \text{ kg}$$

$$F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

#### **A. Tebal Bantalan**

$$d = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \times P \times \ell}{b \times f_y}}$$

Dimana : d = tebal kursi

l = panjang bantalan rancangan (cm)



b = lebar bantalan rancangan (cm)

$f_y$  = Mutu Baja ( kg/cm<sup>2</sup>)

P = gaya yang bekerja ( kg )

$$d = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \times 260190,8750 \times 80}{50 \times 2900}}$$
$$= 10,38 \text{ cm} \rightarrow 12 \text{ cm}$$

## B. Tebal Kursi

$$s = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \times P \times l}{b \times f_y}}$$

Dimana : s = tebal bantalan

l = panjang bantalan rancangan (cm)

b = lebar bantalan rancangan (cm)

$f_y$  = Mutu Baja ( kg/cm<sup>2</sup>)

P = gaya yang bekerja ( kg )

$$s = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \times 260190,8750 \times 80}{50 \times 2900}}$$
$$= 10,38 \text{ cm} \rightarrow 12 \text{ cm}$$

## C. Garis Tengah Roll Gelinding

$$\sigma_d = 8500 \text{ kg/cm}^2$$

$$d_4 = \frac{0,75 \times 10^6 \times P}{\ell \cdot \phi \cdot \sigma_d^2}$$

Dimana :  $d_5$  = Garis tengah Roll (cm)

$$\Phi = 0,9$$

$f_u$  = Tegaangan putus untuk BJ 50 = 5000 ( kg/cm<sup>2</sup>)

P = gaya yang bekerja ( kg )

$$\begin{aligned} d_4 &= \frac{0,75 \times 10^6 \times P}{\ell \cdot \phi \cdot \sigma_d^2} \\ &= \frac{0,75 \times 10^6 \times 260190,8750}{80 \times 0,9 \times 8500^2} = 37,51 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm} \end{aligned}$$

#### **D. Tebal Bibir Roll**

$d_6$  = direncanakan 2,5 cm

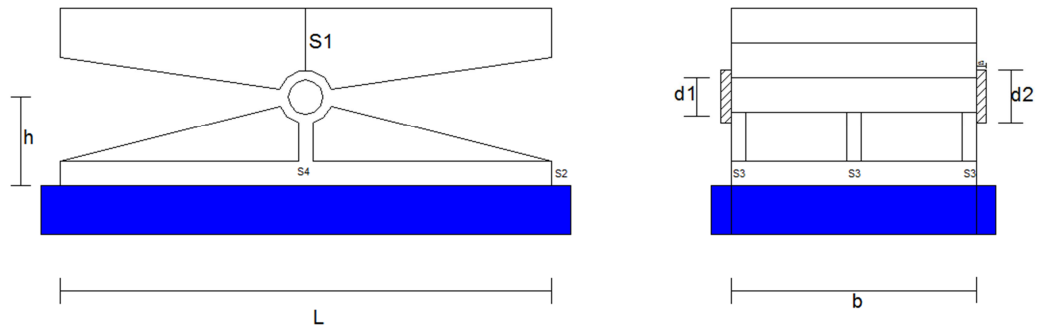
#### **E. Tinggi Total Roll**

$$D_5 = d_4 + (2 \times d_6)$$

$$= 40 + (2 \times 2,5)$$

$$= 45 \text{ cm}$$

## ✚ Perhitungan Perletakan Sendi



Gambar 4.21 perletakan sendi

Direncanakan tumpuan sendil sebagai berikut :

Panjang Bentang ( $L = 40 \text{ m}$ )

$$P = 280228 \text{ kg}$$

$$\text{Bj. 55} \Rightarrow \bar{\sigma} = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_c' = 35 \text{ Mpa} = 350 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_b' = 0,33 \times 350 = 74,25 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_d = 8500 \text{ kg/cm}^2$$

(Sumber Dr. Ir Bambang Supriyadi hal 66)

$$F = \frac{P}{\sigma_b'}$$

$$= \frac{280228}{74,25} = 3774,11 \text{ cm}^2$$

Dicoba :

$$b = 50 \text{ cm}$$

$$L = 80 \text{ cm}$$

$$\text{luas} = 50 \times 80 = 4000 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 280228 \text{ kg}$$

$$F_y = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

#### A. Tebal Bantalan

$$S_1 = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \times P \times l}{b \times f_y}}$$

Dimana : s = tebal bantalan

l = panjang bantalan rancangan (cm)

b = lebar bantalan rancangan (cm)

f<sub>y</sub> = Mutu Baja ( kg/cm<sup>2</sup> )

P = gaya yang bekerja ( kg )

$$s_1 = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \times 280228 \times 80}{50 \times 2900}}$$

$$= 10,77 \text{ cm} \rightarrow 12 \text{ cm}$$

#### Mencari Nilai S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>

$$M_u = \frac{1}{8} \times P_u \times L$$

$$= \frac{1}{8} \times 280228 \times 80$$

$$= 2802280 \text{ kg.cm}$$

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{Mu}{\Phi x fy} \\
 &= \frac{2802280}{0,9 x 2900} \\
 &= 1073,67 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Untuk harga  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ , dipakai rumus Muller Breslaw, dimana jumlah rusuk (a) = 3 buah :

$\frac{h}{S^2}$	$\frac{b}{a x S_3}$	W
3	4	$0,2251 \times a \times h^2 \times S_3$
4	4,2	$0,2251 \times a \times h^2 \times S_3$
5	4,6	$0,2251 \times a \times h^2 \times S_3$
6	5	$0,2251 \times a \times h^2 \times S_3$

Sumber ; H.J.Struyk, K.H.C.w. Van Der Veen, soemargono, Jembatan :

249

$$\text{Diambil, } \frac{h}{S_2} = 4, \frac{b}{a x S_a} = 4,2$$

Dipakai jumlah rusuk (a) = 3

$$\frac{h}{S_2} = 4$$

$$\frac{b}{a x S_a} = 4,2$$

$$S_3 = \frac{50}{3 \times 4,2} = 3,97 \rightarrow 4 \text{ cm}$$

Mencari nilai h dipakai rumus :

$$W = 0,2251 \times a \times h^2 \times S_3$$

$$= 0,2251 \times 3 \times h^2 \times 4$$

$$W = 2,701 \times h^2$$

$$1073,67 = 2,701 h^2$$

$$h^2 = \frac{1073,67}{2,701} = 397,51$$

$$h = \sqrt{397,51} = 19,94 \rightarrow 20 \text{ cm}$$

maka :

$$S_2 = \frac{h}{4} = \frac{20}{4} = 5 \text{ cm} \rightarrow 5 \text{ cm}$$

$$S_4 = \frac{h}{6} = \frac{20}{6} = 3,3 \text{ cm} \rightarrow 4 \text{ cm}$$

$$S_5 = \frac{h}{9} = \frac{20}{9} = 2,2 \text{ cm} \rightarrow 3 \text{ cm}$$

#### **B. Jari – jari sumbu sendi**

$$r = \frac{0,8 \times P}{\Phi \times f_y \times L}$$

dimana : r = jari – jari engsel sendi (cm)

$$f_y = \text{Tegangan ijin bantalan baja} = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Phi = 0,9$$

L = panjang bantalan rancangan (cm)

P = gaya yang bekerja (kg)

$$r = \frac{0,8 \times 280228}{0,9 \times 2900 \times 80}$$

$$= 1,07 \rightarrow 2 \text{ cm}$$

$$d_1 = 2 \times r$$

$$= 2 \times 2$$

$$= 4 \text{ cm, karena } d_1 \text{ minimal} = 7 \text{ cm, maka dipakai } d_1 = 7 \text{ cm}$$

$$d_3 = \frac{1}{4} \times d_1$$

$$= \frac{1}{4} \times 7$$

$$= 1,75 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ cm}$$

$$d_2 = d_1 + (2 \times 2)$$

$$= 7 + 4$$

$$= 11 \text{ cm}$$

### C. Kontrol tegangan kursi

$$\sigma = \frac{P}{A} < \sigma_b,$$

$$= \frac{280228}{4000} < 74,250 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 70,057 \text{ kg/cm}^2 < 74,250 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots\text{ok}$$

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil perencanaan dan analisa pada bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada perencanaan plat lantai kendaraan :
  - Tabal plat beton : 250 mm
  - Dipakai tulangan pokok : D13 – 200 mm
  - Dipakai tulangan bagi : D 13 – 250 mm
2. Pada perencanaan gelagar memanjang :
  - Dipakai profil : WF 350 X 150 X 8 X 13
3. Pada perencanaan gelagar melintang bawah :
  - Dipakai profil : WF 500 X 300 X 11 X 18
4. Pada perencanaan gelagar melintang atas tengah :
  - Dipakai profil : WF 200 x 200 x 8 x 12
5. Pada perencanaan gelagar melintang atas tepi :
  - Dipakai profil : WF 200 x 200 x 8 x 12
6. Pada perencanaan gelagar induk :
  - Dipakai profil : WF 400 x 400 x 18 x 28
7. Pada perencanaan ikatan angin :
  - Dipakai profil : L120.120.8



## 8. Sambungan

### - Join 1

No. Batang	Nilai Batang Tekan (kg)	Nilai Batang Tarik (kg)	Jumlah Baut (buah)
S42	520207,0625	-	36
S33	-	280228	20

### - Join 7

No. Batang	Nilai Batang Tekan (kg)	Nilai Batang Tarik (kg)	Jumlah Baut (buah)
S42	520207,0625	-	36
S54	446369,9062	-	32
S32	-	101780,5078	16
S44	-	114289,6953	16

### - Join 13

No. Batang	Nilai Batang Tekan (kg)	Nilai Batang Tarik (kg)	Jumlah Baut (buah)
S54	446369,9062	-	32
S55	459252,5	-	32
S37	-	13731,27441	16
S45	-	23278,71093	24

- Join 11

No. Batang	Nilai Batang Tekan (kg)	Nilai Batang Tarik (kg)	Jumlah Baut (buah)
S55	459252,5	-	32
S56	450330,2812	-	32
S36	-	38763,36328	32
S46	-	46140,37109	16

- Join 9

No. Batang	Nilai Batang Tekan (kg)	Nilai Batang Tarik (kg)	Jumlah Baut (buah)
S56	450330,2812	-	32
S57	453190,6562	-	32
S35	-	40460,17968	32
S48	-	33808,75781	16

- Join 4

No. Batang	Nilai Batang Tekan (kg)	Nilai Batang Tarik (kg)	Jumlah Baut (buah)
S57	453190,6562	-	32
S58	454109,1875	-	32
S313	-	22935,43164	28

S62	-	39315,81640	16
S50	-	216501,11718	28

- Join 6

No. Batang	Nilai Batang Tekan (kg)	Nilai Batang Tarik (kg)	Jumlah Baut (buah)
S34	-	101780,5078	16
S33	-	280228	24
S308	-	266376,5937	24

- Join 10

No. Batang	Nilai Batang Tekan (kg)	Nilai Batang Tarik (kg)	Jumlah Baut (buah)
S307	-	320766,6250	24
S45	-	73613,05468	16
S36	-	38763,36328	32
S306	-	344855,0312	24

- Join 3

No. Batang	Nilai Batang Tekan (kg)	Nilai Batang Tarik (kg)	Jumlah Baut (buah)
S305	-	352709,3437	24
S314	-	33808,00781	16

S62	-	39315,81640	16
S49	-	3515028906	16
S304	-	355744,3125	24

9. Pada perhitungan perletakan jembatan :

- $b$  : 50 cm
- $l$  : 100 cm

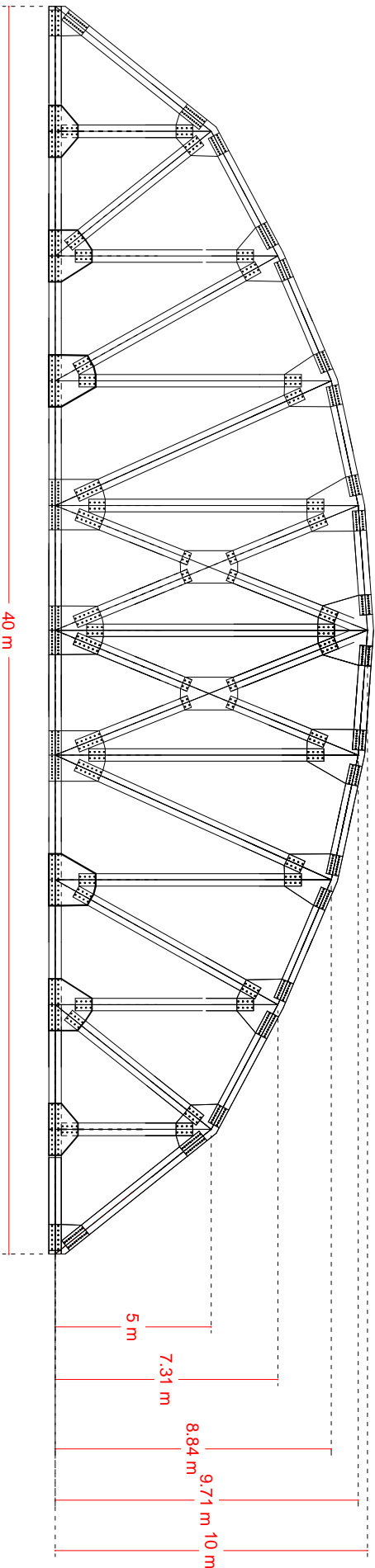
Berdasarkan hasil uraian diatas dari analisa perencanaan, maka penyusun dapat mengambil kesimpulan :

1. Pada analisa dan desain sturktur atas jembatan senyur dengan modelisasi geometric tipe camel back truss metode LRFD dihasilkan konstruksi yang lebih kuat didalam menahan beban ultimate sehingga lendutan yang dihasilkan akibat kombinasi beban mati dan beban hidup yang bekerja lebih kecil
2. Adapun keuntungan jembatan tipe camel back truss adalah sebagai berikut:
  4. Konstruksi lebih ringan dari jembatan bentuk trapesium.
  5. Model jembatan mendekati penampang yang paling optimal dibanding jembatan rangka trapesium.
  6. Pengangkutan bahan dan pelaksanaan dilapangan lebih mudah.

## 5.2 Saran

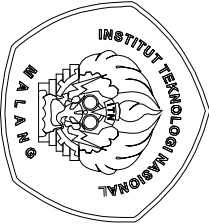
Saran penulis adalah sebagai berikut :

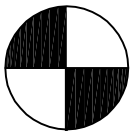
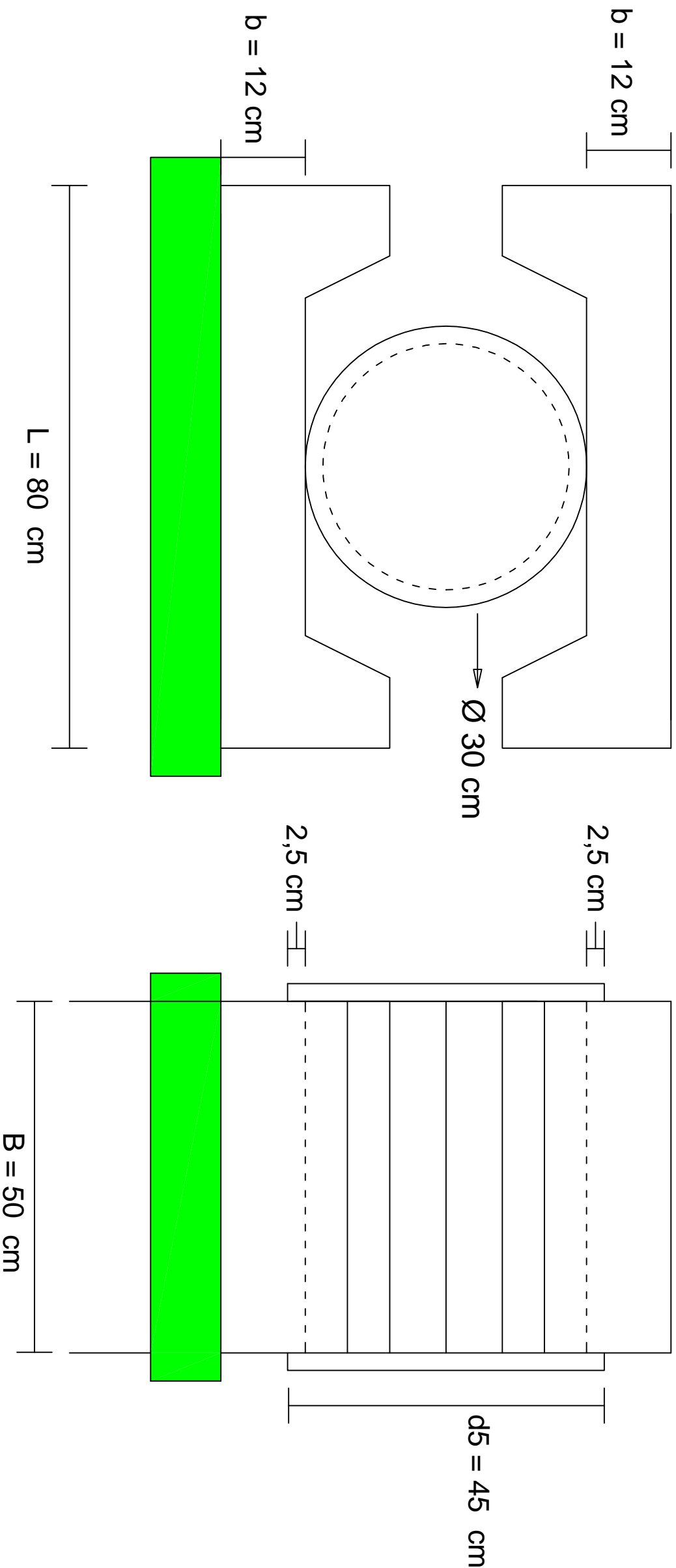
1. Analisa dengan menggunakan program bantu STAAD V8i sangat tepat dalam menganalisa suatu struktur jembatan rangka baja tipe bukaka, sebab waktu yang diperlukan akan lebih singkat dengan tingkat kesalahan yang relative sangat kecil dari perhitungan secara manual.
2. Mengingat begitu pentingnya fungsi dari jembatan, maka dalam setiap perencanaan konstruksi jembatan banyak hal yang harus diperhatikan terutama dalam hal sambungan yang sangat riskan sekali dalam kegagalan struktur, karena kekuatan jembatan pada dasarnya sangat ditentukan oleh kekuatan konstruksinya.
3. Jembatan rangka baja tipe bukaka memiliki kelemahan didalam menahan lendutan yang terjadi, gaya tarik paling dominan terjadi pada batang bagian bawah sehingga profil baja yang digunakan besar. Untuk mengatasi lendutan yang terjadi oleh sebab itu pada beberapa bagian harus menggunakan struktur Truss.
4. Pada jembatan peraturan pembebanannya sangat berbeda dengan model pembebanannya pada gedung. Untuk itu perlu diperhatikan pembagian pembebanannya berdasarkan peraturan yang terbaru dari SNI.



TAMPAK SAMPIING JEMBATAN

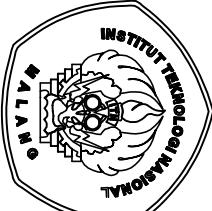
Skala 1 : 200

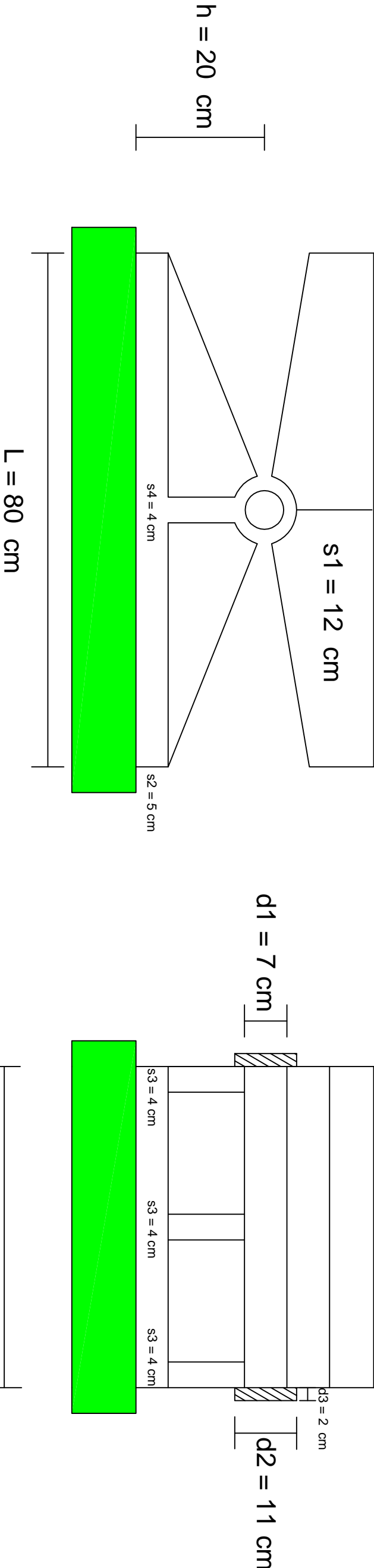
	
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG	
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	
SKRIPSI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE BALTOMIRE-TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD DI KECAMATAN MUARA ANCALONG	
URAIAN :	
DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI	NIM : 12.21.013
NAMA GAMBAR : TAMPAK SAMPIING JEMBATAN	DOSEN PEMBIMBING 1 : DOSEN PEMBIMBING 2 :
TANGGAL :	
No Gambar :	( )
Skala :	( )



DETAIL PERLETAKAN ROL

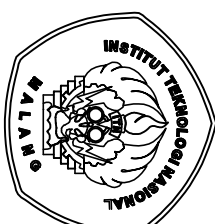
Skala 1 : 10

	
<div>INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG</div> <div>FAKULTAS TEKNIK SIPIL &amp; PERENCANAAN</div> <div>JURUSAN TEKNIK SIPIL</div>	
<div>SKRIPSI</div> <div>ALTERNATIF DESAIN BANGUNAN ATAS JEMBATAN TIPE CAMEL BACK TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE L.R.F.D. (STUDI KASUS JEMBATAN SENYIUR KEC. MUARA ANCALONG)</div>	
URAIAN :	
<div>DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI</div> <div>NIM : 12.21.013</div>	
NAMA GAMBAR : PERLETAKAN ROL	DOSEN PEMBIMBING 1 : DOSEN PEMBIMBING 2 :
TANGGAL :	(                      )
No Gambar :	(                      )
Skala            : 1 : 10	

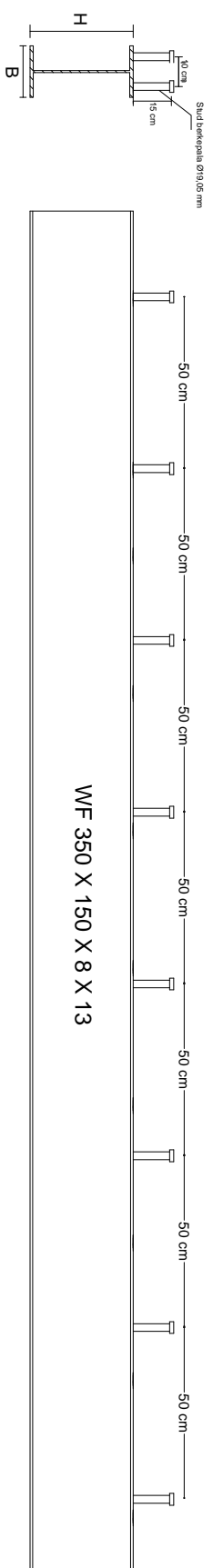


DETAIL PERLETAKAN SENDI

Skala 1 : 10

	<b>INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG</b>		URAIAN :			
	FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL		NAMA GAMBAR : PERLETAKAN SENDI			
SKRIPSI ALTERNATIF DESAIN BANGUNAN ATAS JEMBATAN TIPE CAMEL BACK TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE L.R.F.D. (STUDI KASUS JEMBATAN SENYIUR KEC. MUARA ANCALONG)	TANGGAL :		DOSEN PEMBIMBING 1 :		DOSEN PEMBIMBING 2 :	
	No Gambar :					
	Skala : 1 : 10		( )		( )	

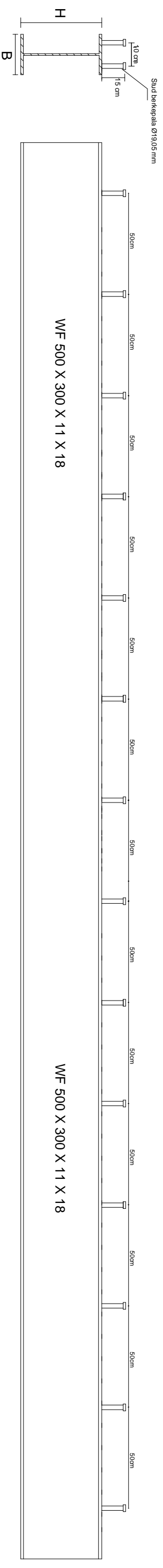




4m

## PEMASANGAN SHEAR CONNECTOR GELAGAR MEMANJANG


Skala 1 : 50

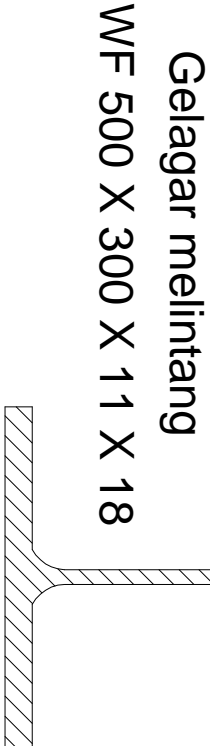
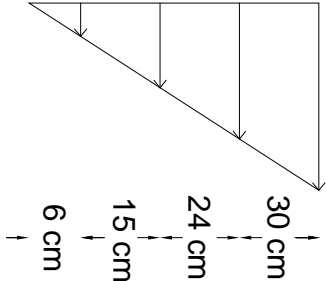
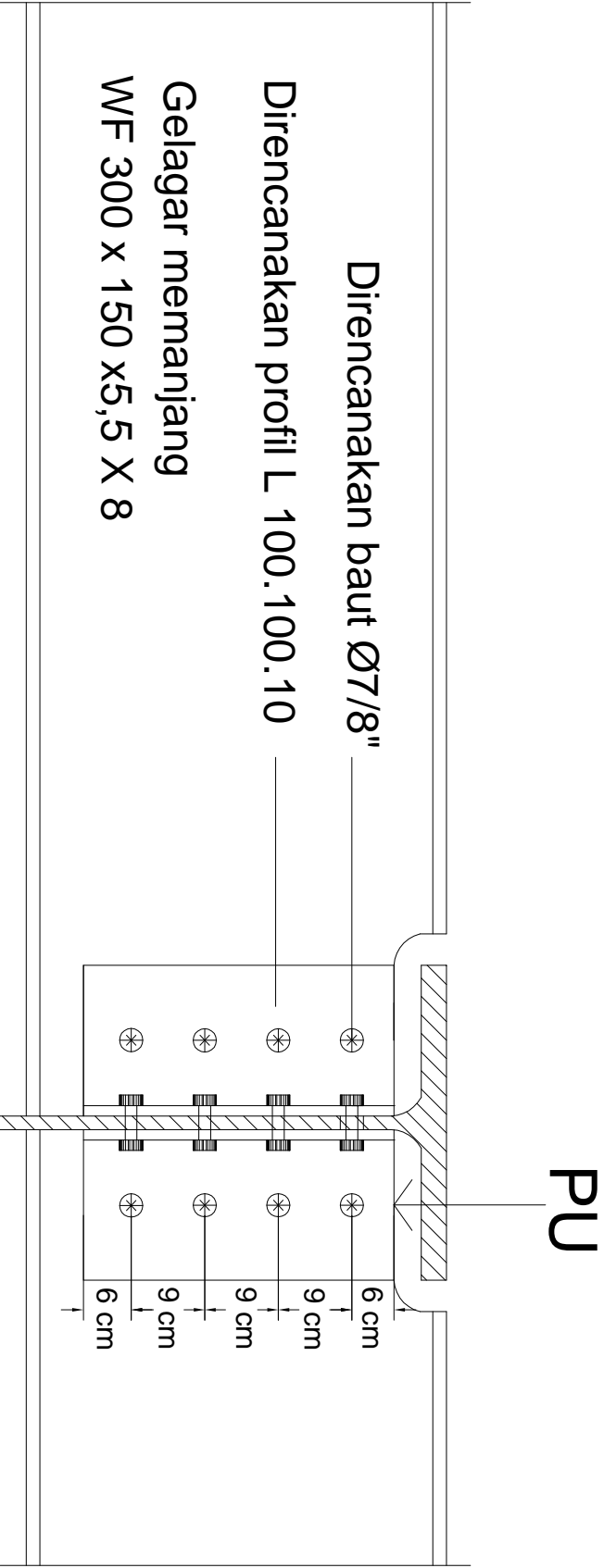


7m

# PEMASANGAN SHEAR CONNECTOR GELAGAR MELINTANG

Skala 1 : 50

	<b>INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG</b> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL &amp; PERENCANAAN</b> <b>JURUSAN TEKNIK SIPIL</b>	
	<b>SKRIPSI</b> <b>PERENCANAAN STRUKTUR ATAS</b> <b>JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS</b> <b>DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD</b> <b>DI KEKAMATAN MUARA ANCALONG</b>	
<b>URAIAN :</b>	<b>DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI</b>	<b>NIM : 12.21.013</b>
	<b>NAMA GAMBAR :</b> <b>DETAIL SAMBUNGAN</b>	<b>DOSEN</b> <b>PEMBIMBING 1 :</b>
	<b>TANGGAL :</b>	<b>DOSEN</b> <b>PEMBIMBING 2 :</b>
	<b>No Gambar :</b>	<b>(                      )</b>
	<b>Skala :</b>	<b>(                      )</b>

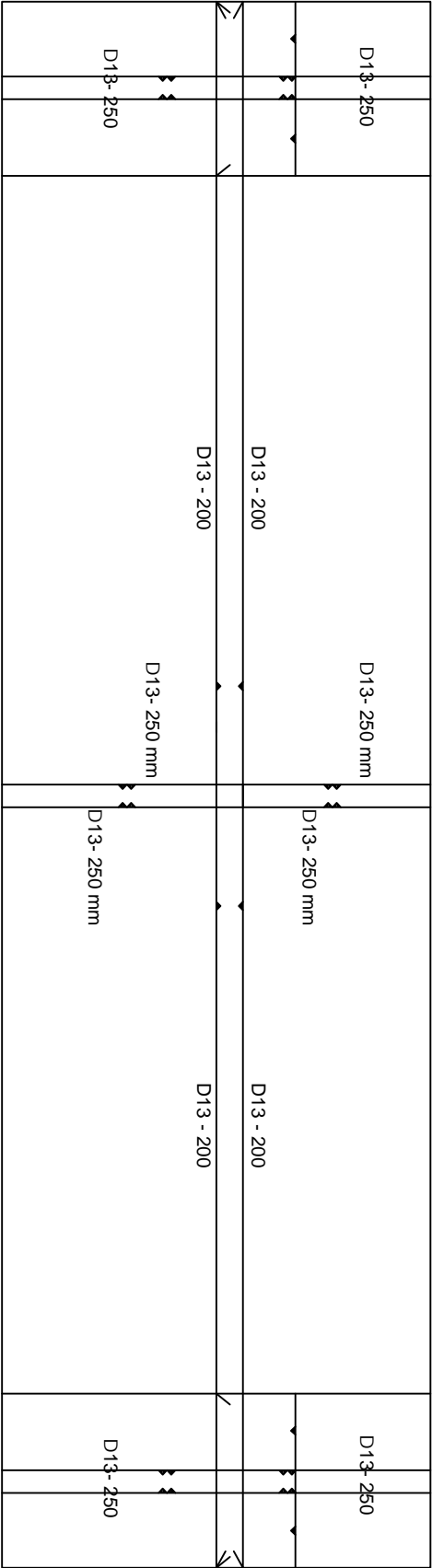


PEMASANGAN SAMBUNGAN GELAGAR MEMANJANG  
DAN GELAGAR MELINTANG

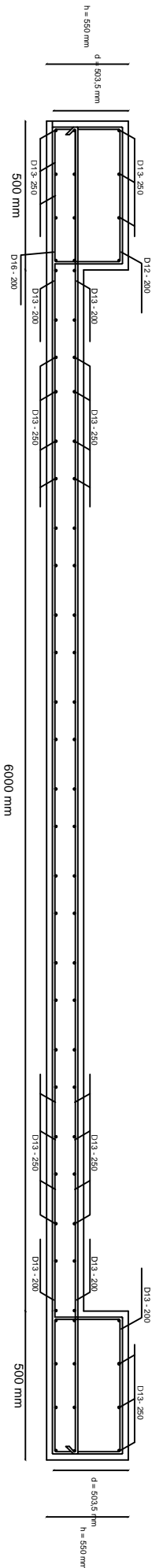
Skala 1 : 10

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG		URAIAN :	
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL		DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI	
SKRIPSI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD DI KECAMATAN MUARA ANCALONG		NIM : 12.21.013	
		DOSEN	
		PEMBIMBING 1 :	
		PEMBIMBING 2 :	
		TANGGAL :	
		No Gambar :	
		Skala :	



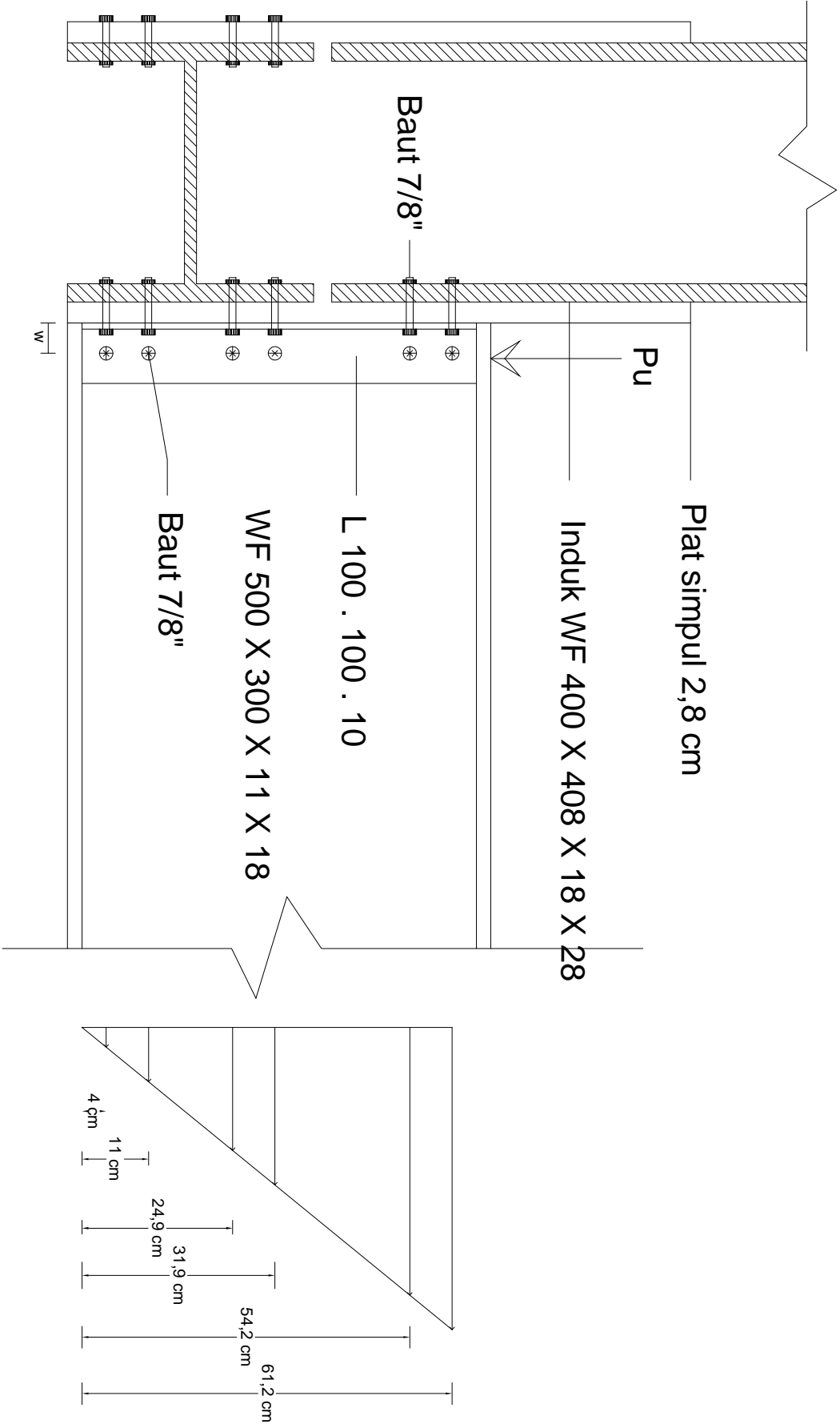


PENULANGAN PLAT LANTAI DAN TROTOIR  
Skala 1 : 30



PLAT LANTAI DAN TROTOIR  
Skala 1 : 30

<div>INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG</div> <div>FAKULTAS TEKNIK SIPIL &amp; PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL</div> <div>SKRIPSI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD DI KECAMATAN MUARA ANCALONG</div>		<div>URAIAN :</div>		<div>DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI</div> <div>NIM : 12.21.013</div>	
		<div>NAMA GAMBAR : DETAIL SAMBUNGAN</div>		<div>DOSEN PEMBIMBING 1 :</div> <div>DOSEN PEMBIMBING 2 :</div>	
		<div>TANGGAL :</div>			
		<div>No Gambar :</div>			
		<div>Skala :</div>			

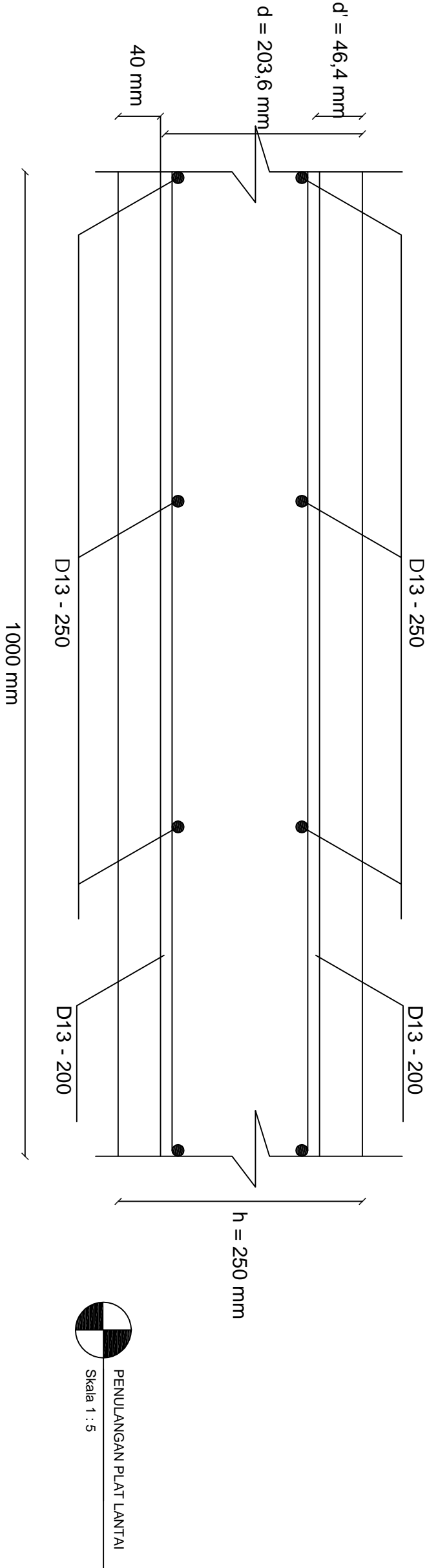


SAMBUNGANGELAGAR INDUK  
DAN MELINTANG

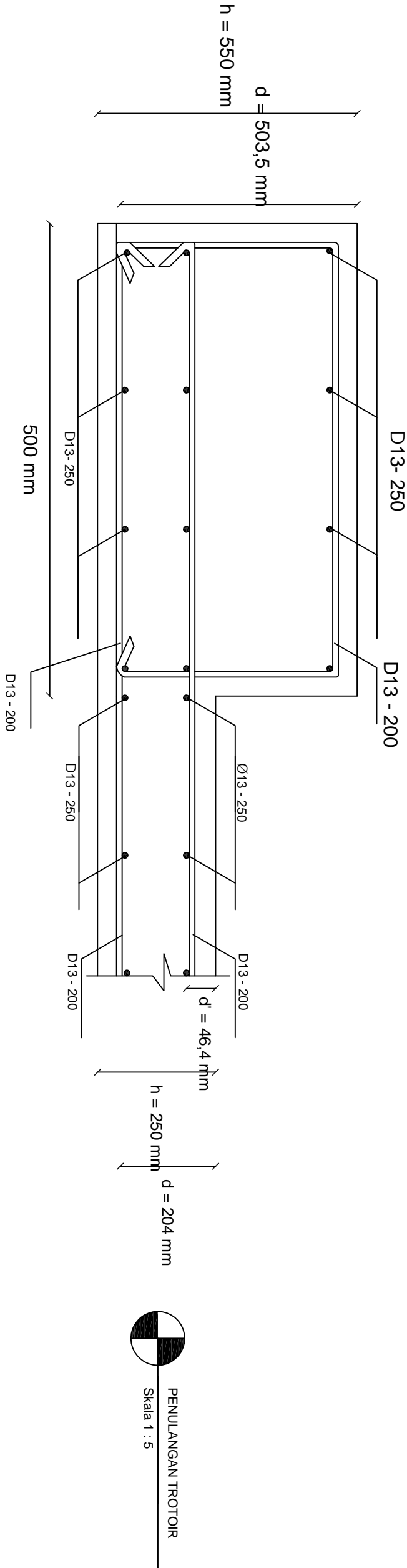
Skala 1 : 100

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG		URAIAN :		DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI		NIM : 12.21.013	
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL				NAMA GAMBAR : DETAIL SAMBUNGAN		DOSEN PEMBIMBING 1 :	
SKRIPSI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD DI KECAMATAN MUARA ANCALONG				TANGGAL :		DOSEN PEMBIMBING 2 :	
				No Gambar :		(                      )	
				Skala :		(                      )	



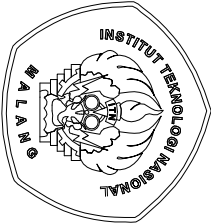


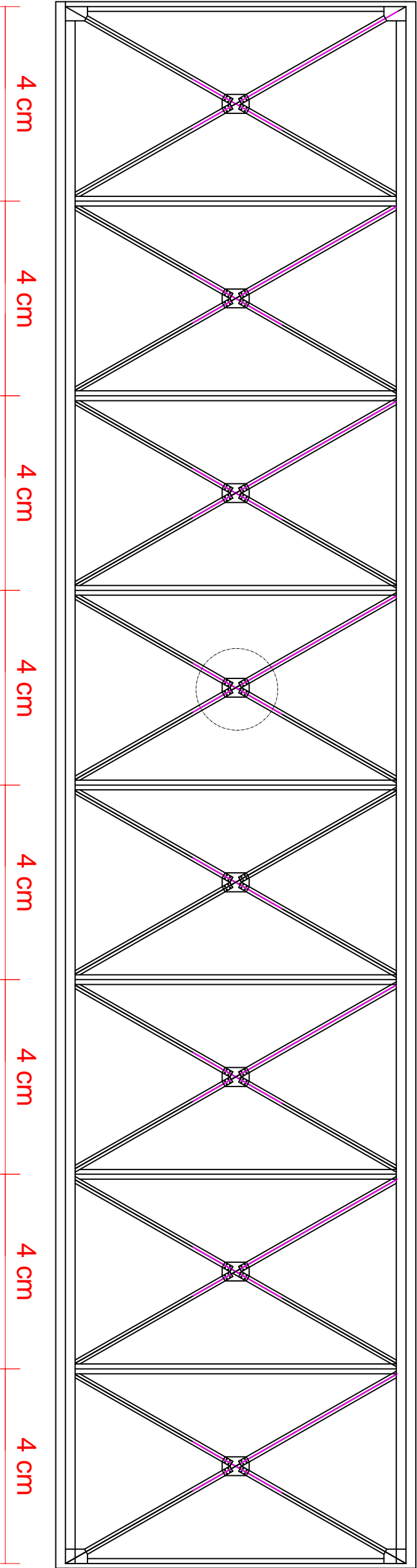
PENULANGAN PLAT LANTAI  
Skala 1 : 5



PENULANGAN TROTOIR  
Skala 1 : 5

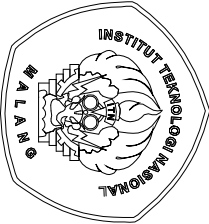
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG		DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI		NIM : 12.21.013	
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL		URAIAN :		NAMA GAMBAR :	
SKRIPSI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD DI KECAMATAN MUARA ANCALONG				TANGGAL :	
				No Gambar :	
				Skala :	
				DOSEN PEMBIMBING 1 :	
				DOSEN PEMBIMBING 2 :	

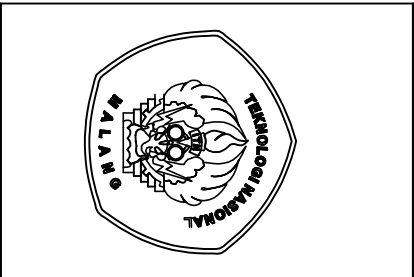




IKATAN ANGIN ATAS

Skala 1 : 100

	
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG	
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	
SKRIPSI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE CAMEL BACK TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD DI KECAMATAN MUARA ANCALONG	
URAIAN :	
DIGAMBAR : WINDA NUR OKTAVIANI	NIM : 12.21.013
NAMA GAMBAR : DETAIL SAMBUNGAN	DOSEN PEMBIMBING 1 : DOSEN PEMBIMBING 2 :
TANGGAL :	
No Gambar :	(                      )
Skala :	(                      )



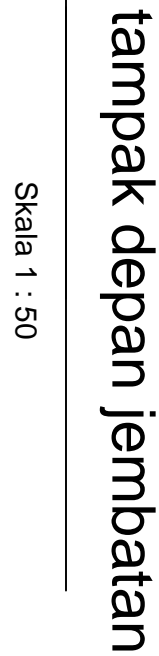
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL &  
PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**SKRIPSI**  
**ALTERNATIF DESAIN BANGUNAN ATAS TИPE  
CAMEL BACK TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE L.R.F.D**  
**(STUDI KASUS JEMBATAN SENYUUR KEC. MUARA  
ANCALONG)**

URAIAN :

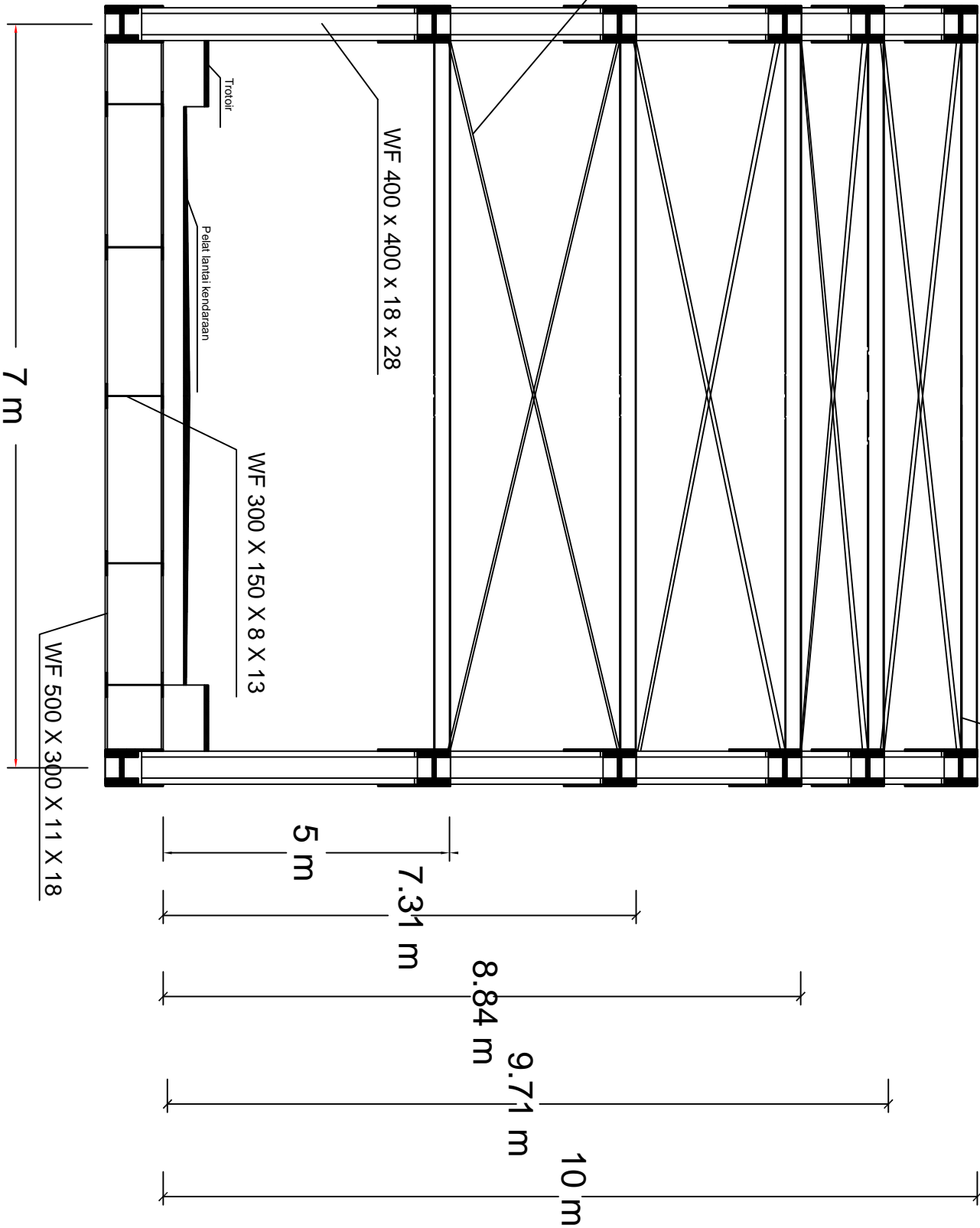
Nama : WINDA NUR OKTAVIANI	Nir
NAMA GAMBAR :	
tampak depan jembatan	
TANGGAL :	
No Gambar :	
Skala : 1 : 50	

n : 12.21.013	
<p><b>DOSEN</b></p> <p><b>PEMBIMBING 1 :</b></p> <p>(                      )</p>	<p><b>DOSEN</b></p> <p><b>PEMBIMBING 2 :</b></p> <p>(                      )</p>

n : 12.21.013	
<p><b>DOSEN</b></p> <p><b>PEMBIMBING 1 :</b></p> <p>(                      )</p>	<p><b>DOSEN</b></p> <p><b>PEMBIMBING 2 :</b></p> <p>(                      )</p>



Skala 1 : 50



## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2005. *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan RSNI-T-03-2005*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Anonim. 2005. *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan RSNI-T-02-2005*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Semarang: PT. Gelora Aksara Pratama.

Jabir, Amin. 2009. *Studi Alternatif Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja Tipe Bukaka Dengan Menggunakan Metode L.R.F.D. Pada Jembatan Karangates Kecamatan Sumberpucung Kabupaten Malang*. Skripsi Mahasiswa S-1 pada Institut Teknologi Nasional Malang: tidak diterbitkan.